

Drinkwater voor dieren

van start tot staart



Guillaume Counotte

Voorwoord

Guillaume Counotte was van 1981-2019 biochemicus/toxicoloog bij Gezondheidsdienst voor Dieren (tegenwoordig Royal GD). Hij heeft onderzoek gedaan naar de effecten van stoffen in water op diergezondheid en veel lezingen over water verzorgd voor veehouders en dierenartsen. Deze kennis heeft hij vastgelegd in dit waterboek. Vragen: info@cvier.nl

Nadere informatie over onderzoek van drinkwater voor dieren kan worden opgevraagd via Royal GD.

Drinkwater voor dieren
van start tot staart

2022
Dr. G.H.M. Counotte, ERT
www.cvier.nl



Inhoudsopgave

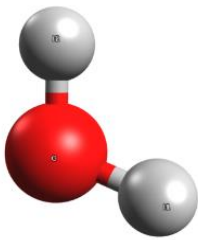
1. ALGEMEEN	5
WATER: ZO GEWOON EN TOCH ZO BIJZONDER	5
DE KRINGLOOP VAN WATER	6
2. DE HERKOMST VAN DRINKWATER	10
LEIDINGWATER	10
HEMELWATER.....	11
OPPERVLAKTEWATER	12
EIGEN BRON	14
HERGEBRUIK VAN WATER	16
3. DE KWALITEIT VAN WATER	18
WAT IS GOED WATER?.....	18
WAAROM IS GOED WATER VAN BELANG?.....	18
WAT KAN WATER SLECHTER OF BETER MAKEN?	19
DRINKSYSTEMEN	23
GASSEN IN WATER	29
FILTERINSTALLATIES	32
4. WATERBEHOEFTE VAN DIEREN	36
FACTOREN DIE WATERBEHOEFTE BEPALEN/BEÏNVLOEDEN.....	36
DRINKGEDRAG VAN DIEREN	38
5. DRINKWATERNORMEN	40
MICROBIOLOGISCHE NORMEN (KIEMGETAL)	40
CHEMISCHE NORMEN	40
WAT TE DOEN BIJ AFWIJKENDE INDICATOREN?	42
DOOR WATER OVERDRAAGBARE ZIEKTEN	46

6. BEPAAL ZELF DE WATERKWALITEIT	52
ZELFTEST STALWATER	52
ZELFTEST SLOOT-/OPPERVLAKTEWATER	54

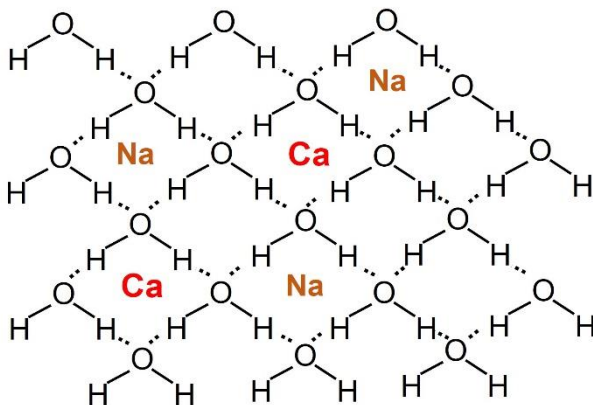
1. Algemeen

Water: zo gewoon en toch zo bijzonder

De formule voor water is H_2O ; het is een klein molecuul (figuur 1). De meeste kleine moleculen zijn bij kamertemperatuur een gas. Denk bijvoorbeeld aan de broeikasgassen koolstofdioxide (CO_2) en methaan (CH_4). Water is echter een vloeistof. Hoe kan dat dan? Dat komt door de vorm waarin het waterstofatoom (H) via een waterstofbrug verbonden is met het zuurstofatoom (O). Door deze vorm is het mogelijk dat de moleculen een netwerk vormen (figuur 2, waterstofbruggen zijn getekend als twee punten). In dit netwerk zitten een soort 'gaten'. In deze gaten kunnen andere stoffen gaan zitten: zout, kalk, ijzer, enzovoort. Ook kan dit netwerk om andere stoffen gaan zitten zodat water als een oplosmiddel werkt. En dat maakt water zo gewoon maar toch zo bijzonder.



Figuur 1 Chemische structuur van water (H_2O)



Figuur 2 Watermoleculen met daarin opgelost zout (Na^+) en calcium (Ca^{2+})

De kringloop van water

Zowel de aarde als ieder levend wezen bestaat uit gemiddeld 75% water. Goed water is van levensbelang voor alle levende wezens. Daarom ook: Zonder water geen leven en zonder goed water geen goed leven. Het is niet voor niets dat als men naar leven op een planeet gaat zoeken, men zoekt naar water: zonder water kan er niets leven.

De kringloop van water is te zien in figuur 3. De zon zorgt voor verdamping van water uit de oceaan en zee, via neerslag komt het water op het land terecht en via meren en rivieren stroomt het water weer terug naar de zee. Als het water verdampt boven zee, is het van zeer goede kwaliteit (vergelijkbaar met gedestilleerd water). Het water valt op de grond en neemt dan de stoffen op die aanwezig zijn in de grond. Vooral zouten, kalk en mineralen worden snel opgenomen in het water: er vormt zich dan een evenwicht tussen de stoffen in de grond en de stoffen die in het water zijn opgelost. Klei heeft een andere samenstelling van zouten dan veen



Figuur 3 De kringloop van water

en dat is weer verschillend van zand. Daarom is water uit een veenlaag verschillend van samenstelling ten opzichte van water uit een zandlaag.

De kringloop van water in Nederland is als volgt: Neerslag zorgt voor ongeveer 26% van het water in Nederland, de aanvoer van rivieren voor de overige 74%. Hiervan verdampt ongeveer 16% en 81% wordt afgevoerd naar de zee. Slechts gemiddeld 3% van het water dat jaarlijks Nederland bereikt, wordt gebruikt. Vooral de rivier de Rijn is een belangrijke bron van water in Nederland. De hoeveelheden (in miljard kubieke meter per jaar, gemiddeld 2010 - 2019) staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1 Waterbalans Nederland (gemiddelde van de jaren 2010 - 2019)

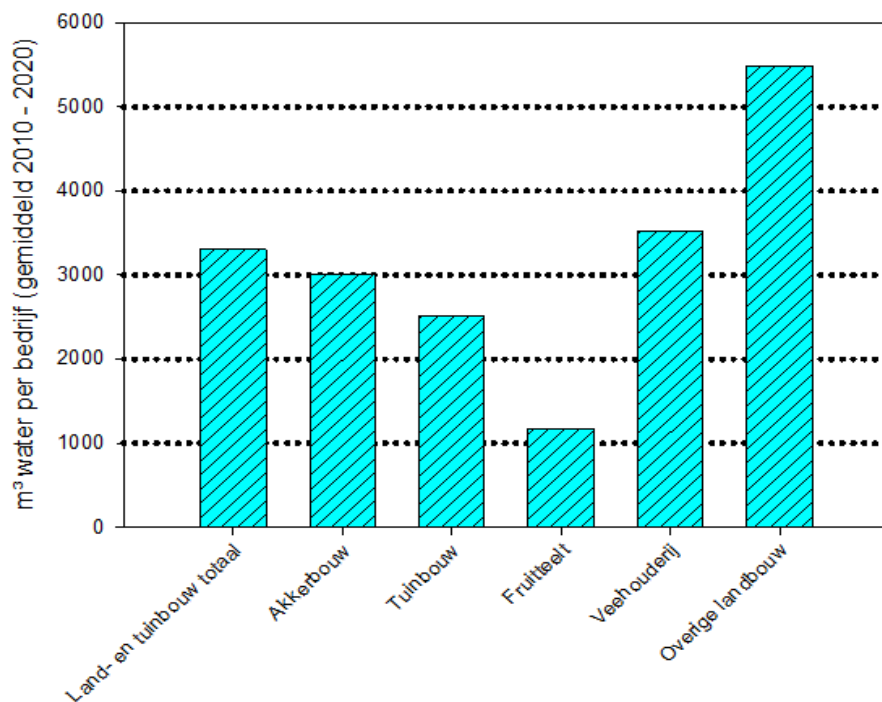
	Miljard m ³ per jaar	
	Droog jaar	Gemiddeld jaar
Toevoer	67	108
Neerslag	21	27
Rijn	42	70
Maas	4	8
Andere rivieren	2	3
Afvoer	67	108
Verdamping	21	18
Verbruik	6	3
Rivieren	41	86

Het verbruik door particulieren en onder andere landbouw (nu in miljoen kubieke meter per jaar, gemiddelde van 2010 - 2020) staat in tabel 2.

Het verbruik door landbouw is verder opgesplitst en vermeld in figuur 4. In een droog jaar wordt echter beduidend meer water verbruikt: in 2018 (een erg droog jaar) werd bijvoorbeeld door de veehouderij iets meer dan 6000 m³ per bedrijf verbruikt terwijl in normale jaren gemiddeld ongeveer 2000 m³ per bedrijf wordt verbruikt.

Tabel 2 Gebruik van water in Nederland (gemiddeld jaar)

	Miljoen m ³ per jaar (gemiddeld jaar)		
	Leidingwater	Grondwater	Oppervlaktewater
Particuliere huishoudens	795	0,0	0,0
Landbouw, bosbouw en visserij	43,6	92,0	29,7
Industrie	135,2	136,6	3 114
Energievoorziening	4,6	4,4	9 830
Waterleidingbedrijven	0,2	771	464
Overige industrie en gebruikers	113	1,6	549
Totaal (afgerond)	1 092	1 021	14 035



Figuur 4 Waterverbruik per bedrijf per sector in de land- en tuinbouw (gemiddeld 2010 - 2020)



2. De herkomst van drinkwater

Leidingwater

Leidingwater is in Nederland van goede kwaliteit. Drinkwaterbedrijven winnen water uit de grond, uit rivieren, rivieroeveren of uit de duinen. Er zijn mensen die water uit flesjes beter vinden dan leidingwater. Maar soms is flesjeswater (bijna) hetzelfde als leidingwater. In de buurt van Utrecht (Bunnik) wordt aan de ene kant van de snelweg flesjeswater gemaakt terwijl aan de andere kant leidingwater wordt gemaakt (zie figuur 5).

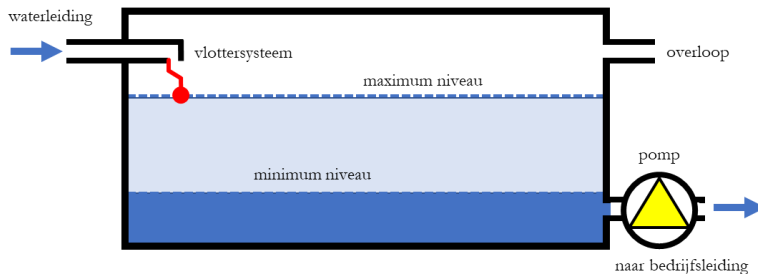


Figuur 5 Herkomst Sourcy-water en leidingwater (Google Maps)

De Inspectie voor Leefomgeving en Transport (ILT) houdt toezicht op de drinkwatervoorziening en bewaakt mede de kwaliteit van het drinkwater. Het RIVM heeft in kaart gebracht wat de kwaliteit van het water van deze bronnen is en hoeveel er beschikbaar is om drinkwater van te maken.

Als een bedrijf leidingwater wil gebruiken voor zijn dieren of voor andere doeleinden, dan moet het eigen leidingensysteem via een breek tank zijn aangesloten op het openbare leidingnetwerk. Vanaf de breek tank (eigenlijk de watermeter al) is de eigenaar zelf verantwoordelijk voor de kwaliteit van het water. Dus de kwaliteitsgarantie van leidingwater is letterlijk tot aan de

voordeur. Een voorbeeld van een breektank is te zien in figuur 6. Deze breektank voorkomt terugslag vindt vanuit stalleidingen naar het openbare waterleidingnet.



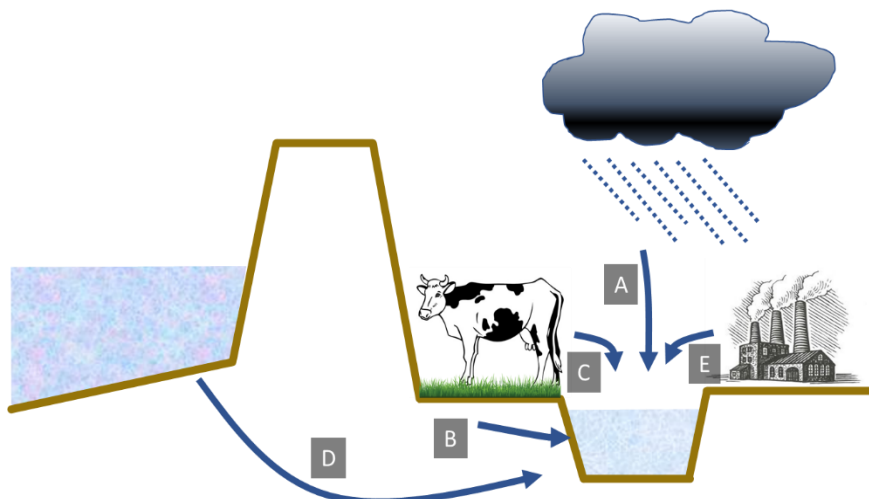
Figuur 6 Schematische tekening van een breektank

Hemelwater

Regenwater heet formeel 'hemelwater'. Ook dit kan worden gebruikt als drinkwater maar het heeft zijn beperkingen. In Nederland regent het gemiddeld 870 mm per jaar per m². Om aan de 2000 kubieke meter water te komen (het gemiddeld verbruik van een veehouderij) heb je dus een oppervlakte nodig van minimaal 2300 vierkante meter, ervan uitgaande dat alle neerslag opgevangen kan worden. Gemiddeld verdampt 25 tot 50% van de neerslag voordat het goed opgevangen kan worden. Je moet dan over voldoende opvangcapaciteit beschikken (minimaal 4600 vierkante meter). Maar een vuil dak zorgt natuurlijk voor vuil water. Dus moet het dak regelmatig schoongemaakt worden (ontdaan van mos bijvoorbeeld). Bij de opvang bestaat het risico op verontreiniging met mest van vogels waardoor verhoogd ammonium en schadelijke bacteriën (denk aan *Salmonella*) of virussen (denk aan vogelgriep) in het water terecht kunnen komen. Om te voorkomen dat bladafval in het reservoir terecht komt en daar kan gaan rotten, worden filters in de valpijpen (verticale regenpijpen) aangebracht. Het beste is om het water door een zandbed te leiden, zodat het regenwater gezuiverd wordt. Een ondergrondse opslag biedt het voordeel dat de watertemperatuur constant blijft (gemiddeld rond de 10 tot 12 °C). Bij een bovengrondse opslag moet het waterreservoir afgedekt worden om te voorkomen dat watervogels er gebruik van maken met het risico op *Salmonella* en andere ziekten (vogelgriep tijdens de trek van eenden).

Oppervlaktewater

Het water in een sloot bestaat als het goed is voor een groot deel uit regenwater (zie figuur 7, A). Maar ook drainage van water van land komt vaak in een sloot terecht (B). Als er dieren bij de sloot kunnen komen (wat vaak het geval is), komt ook ontlasting in de sloot terecht (C). Sloten in de buurt van andere waters (rivieren, zee) kunnen worden beïnvloed door deze andere waters (D). Dit kan ook door kwelwater gebeuren: door grote waterhoeveelheden ergens anders (regen, zee, rivieren) wordt grondwater onder druk naar boven gestuwd en kan in sloten terecht komen. Ten slotte bestaat de mogelijkheid dat lozingen (industrie, nijverheid, riooloverstort) in de sloot terechtkomen (E). Dus als water uit de sloot wordt gebruikt als drinkwater, geldt: 'ken uw sloot' (zie hoofdstuk 6).



Figuur 7 Water in een sloot (voor verklaring van letters: zie tekst)

Soms is echter een vervuiling geen echte vervuiling maar het gevolg van een natuurlijk proces. Bij het afsterven van organismen (insecten, bacteriën, enz.) kunnen een soort oliedruppels op een plas te zien zijn (zie figuur 8). Dit is dan geen lekkage van olie of benzine, maar het gevolg van biologische afbraak. Alle cellen bevatten vetstaarten (lipiden) als buitenste membraan. Deze lipiden kunnen samenklonteren en dan net als olie een soort film vormen die op het water drijft omdat vetten lichter zijn dan water. Een andere 'vervuiling' van oppervlaktewater zijn de



Figuur 8 Water met een oliefilm

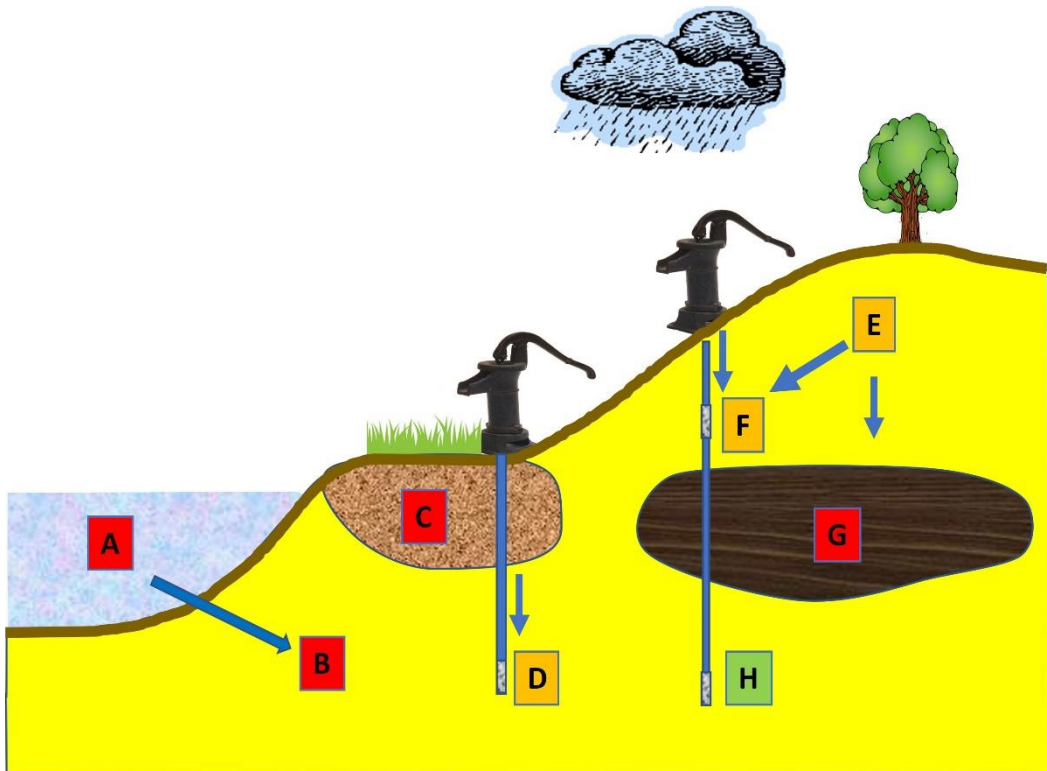
blauwwieralgen (zie figuur 9). Dit zijn geen algen maar cyanobacteriën. Meestal zijn ze groen, maar ze kunnen ook soms rood, geel of blauwachtig zijn. Vooral in sloten die rijk zijn aan voedingsstoffen (fosfor, stikstof) en bij hogere temperatuur en veel zonlicht groeien deze bacteriën. Zij vormen dan een soort sluier op of in het water. Bij het afsterven van deze bacteriën worden giftige stoffen gevormd. Deze kunnen voor schade aan organen (lever, nieren, hersenen) zorgen. Dit water mogen dieren dus nooit drinken.



Figuur 9 Water met cyanobacteriën (blauwwieralg)

Eigen bron

Een mogelijkheid om aan drinkwater te komen is het (laten) maken van een eigen bron. Onder de grond bevindt zich in zandlagen altijd water. De kwaliteit van het grondwater is afhankelijk van de ondergrond. In figuur 10 wordt dat nader toegelicht. Zoals al eerder gezegd, meestal zorgt regen voor water in de grond. Alleen zandgrond (geel in figuur 10) bevat water dat opgepompt kan worden. Water dat afgesloten is van het oppervlakte door een kleilaag (G in figuur 10) is meestal van goede kwaliteit. Dit water kan daar al wel enkele tienduizenden jaren zitten. Soms wordt het water in de zandlagen beïnvloed door zeewater (A). Het water in de zandgrond (B) bevat dan veel zout en kalk. Veel plaatsen in laaggelegen gebieden bestaan uit veen of veenresten (C). Dit zorgt voor water dat veel ammonium bevat (D). Water uit hoger gelegen gebieden (E) stroomt richting lager gelegen gebieden. Ook al is het verschil in hoogte niet veel, het water stroomt toch langzaam naar beneden. Op de weg naar beneden wordt het water door het zand

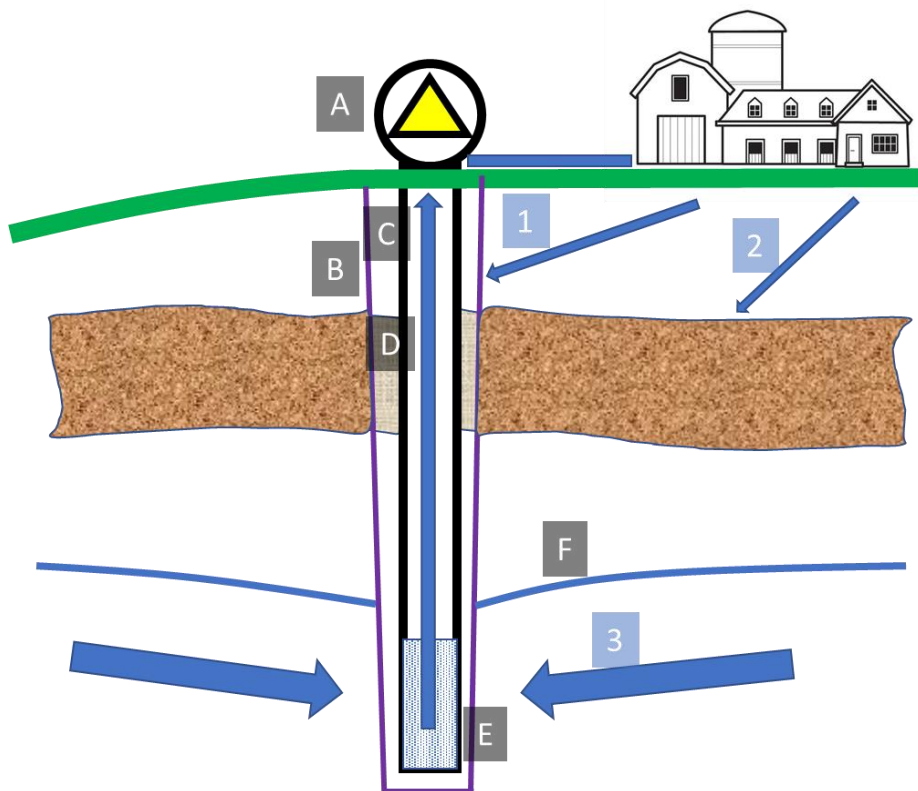


Figuur 10 Kwaliteit van water afhankelijk van ondergrond (voor verklaring van letters: zie tekst).

Rood vakje: slechte kwaliteit mogelijk; geel vakje: let op, kan slecht zijn; groen vakje: goed water

gezuiverd. Dit is bijvoorbeeld het geval in de buurt van Utrecht, waar het water van de Utrechtse heuvelrug naar Bunnik stroomt en daar wordt opgepompt. Dit water is van goede kwaliteit. Water dat binnen 10 tot 25 meter onder de oppervlakte wordt opgepompt (F) kan verontreinigd zijn met oppervlaktewater. Pas als een kleilaag (G) de zandgrond en het water daarin afschermt van de oppervlakte, is het water van goede kwaliteit (H).

Het (laten) maken van een bron (puls) kan op meerdere manieren. Voordat men water kan oppompen (A in figuur 11) moet men een gat maken (B) om bij het grondwater te komen. De twee meest gebruikte manieren zijn: boren (zoals je ook een oliebron boort) of een gat spuiten met water. Als men schoon leidingwater gebruikt om het gat te spuiten, is er niets aan de hand. Gebruikt men slotwater en een mesttank om het water aan te voeren, dan is het logisch dat de bron al vanaf het begin is verontreinigd. In dit boorgat wordt dan een buis geplaatst (C) waar het water door omhoog kan komen. De buis is wat dunner dan het boorgat. Sluit men nu het boorgat



Figuur 11 Een eigen bron (laten) maken (voor verklaring van letters en cijfers: zie tekst)

niet goed af, dan kan oppervlaktewater langs de buis stromen en het opgepompte water verontreinigen (1 in figuur 11). Men moet bij voorkeur door een kleilaag boren om bij het grondwater (F) te komen. Dan kan oppervlaktewater het opgepompte water niet bereiken (2). Maar om te voorkomen dat lekkage van oppervlaktewater naar grondwater kan optreden, moet de buis worden afgesloten. Een goede boorfirma levert een beschrijving van de grond waar hij doorheen boort. Dit is nodig omdat op de plaats waar een ondoordringbare kleilaag is, ook weer kleikorrels moeten komen om te voorkomen dat er oppervlaktewater lekt naar de plaats waar het water wordt verkregen (D). Men kan niet overal even diep boren: per plek in Nederland verschilt dit. Ook is het niet zo dat hoe dieper, des te beter het water. Zoals al bij figuur 10 is verteld: vooral langs de kust is de kans dan erg groot dat men in zout water terecht komt. Onderin de put (puls) wordt een filter aangebracht (E) waar het water wordt binnengelaten. Nadat een nieuwe puls (bron) is geslagen, moet het grondwater in de onmiddellijke nabijheid van de bron eerst de kans krijgen om weer in evenwicht te komen met het andere grondwater. Dit kan twee tot vier weken duren. De nieuwe bron moet dan eerst minimaal 24 uur gepompt hebben voordat het monster mag worden genomen. Het monster wordt genomen zo dicht mogelijk bij de bron. In dit geval is bacteriologisch onderzoek in eerste instantie niet nodig: het gaat meestal alleen om te beoordelen welke filtersystemen eventueel aanvullend nodig zijn.

Hergebruik van water

Steeds meer komt het voor dat men water hergebruikt. Op zich een goed punt, maar hergebruik van water als drinkwater is een minder goed idee. Twee voorbeelden van hergebruik zijn gebruik van water uit koelinstallaties zoals voorcoolers en hergebruik na zuivering, bijvoorbeeld via helofytenfilter en zandbed. Voor beide situaties geldt dat het water best wel goed kan zijn om te gebruiken als spoelwater of industrieel water, maar als drinkwater kan de kwaliteit sterk wisselend zijn. Daar komt bij dat water dat verwarmd is geweest, veel minder zuurstof bevat en daardoor minder smakelijk is. Ook kunnen er micro-organismen gaan groeien in verwarmd water.



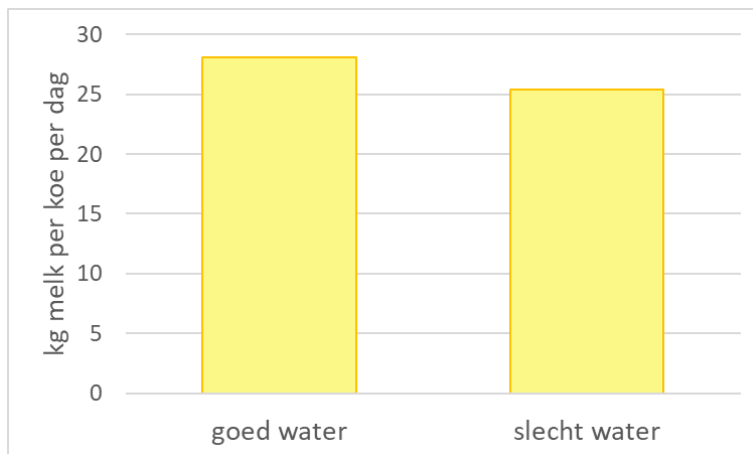
3. De kwaliteit van water

Wat is goed water?

Maar wat is nu goed drinkwater voor dieren? Daar kun je het volgende op antwoorden: Goed water mag niet schadelijk zijn, water moet smakelijk zijn en water moet beschikbaar zijn op de plaats waar de dieren zijn. Als extra komt daar dan nog bij dat de voedselveiligheid van ei, melk en/of vlees niet in gevaar mag worden gebracht door stoffen (bijvoorbeeld menselijke medicijnresten) in het water.

Waarom is goed water van belang?

Goed water zorgt ervoor dat dieren gezond blijven. Dat is natuurlijk het belangrijkste. Maar dieren zijn ook gevoelig voor de smaak van het water. Verandering van waterkwaliteit zal in eerste instantie zorgen voor een verminderde wateropname. Net als voor mensen geldt ook voor dieren dat ze wennen aan een bepaalde smaak. Hardheid (kalk en magnesium in water) heeft veel invloed op de smaak. Als koeien in de wei water krijgen met een andere hardheid, zullen ze of in de wei of in de stal minder drinken, net wat ze gewend zijn. Ook leidt slechte smaak tot 10-15% minder melk. Dit bleek ook uit onderzoek in de Verenigde Staten: slecht water zorgt voor minder melk (25,4 kg per koe per dag ten opzichte van 28,1 kg) (zie figuur 12).



Figuur 12 Melkproductie per koe (kg per dag) afhankelijk van waterkwaliteit

Wat kan water slechter of beter maken?

Er zijn veel factoren die de waterkwaliteit kunnen verbeteren of verslechteren. Een eigenaar heeft daar zelf veel invloed op. De belangrijkste factoren worden hier kort besproken.

1. Materiaal waarvan de leidingen zijn gemaakt
2. Aanleg leidingen: bochten
3. Plaatsing leidingen in de stal
4. Dode leidingen of leidingen waar nauwelijks water door stroomt
5. Waterdruk

Materiaal waarvan de leidingen zijn gemaakt.

Leidingen kunnen van veel materialen gemaakt worden. Bekend zijn natuurlijk metalen leidingen gemaakt van koper. Die worden veel gebruikt voor drinkwater voor mensen. In stallen worden vaak leidingen gebruikt van kunststof. En daar zit veel verschil in kwaliteit in. De ene kunststof is niet de andere. Leidingen die flexibel zijn en makkelijk zijn te verwerken zijn meestal van polyethyleen gemaakt. Maar er zijn twee soorten polyethyleen: LD-PE (lage dichtheid polyethyleen) en HD-PE (hoge dichtheid polyethyleen). LD-PE is doorlaatbaar voor ammoniak: ammoniak komt uit mest en is altijd in de stal aanwezig. Dit ammoniak kan door de wand van de leiding in het water terechtkomen en zodoende de waterkwaliteit verslechteren. Ammoniak is een voedingsbron voor bacteriën en bevordert de vorming van een biofilm. Het is dus van belang leidingen te gebruiken die niet doorlaatbaar zijn voor gassen. Meestal hebben deze leidingen een KIWA-certificaat.

Aanleg leidingen: bochten

Ook de manier waarop leidingen zijn aangelegd kan invloed hebben op de waterkwaliteit bij de kraan. Vooral bochten en leidingen waar het water niet stroomt (zoals dode leidingen) zijn bekende risico's voor de waterkwaliteit. In feite is iedere bocht in de leiding een extra risico: in een bocht stroomt het water anders dan in een rechte leiding. Figuur 13 laat twee voorbeelden zien van ijzerneerslag dat in bochten blijft zitten. Dan maakt het niet veel uit of het leidingmateriaal van kunststof is of van metaal.



Figuur 13 IJzerneerslag in bocht: links PVC-leiding, rechts leiding van metaal

Plaatsing leidingen in de stal

De plaatsing van leidingen is zoals gezegd zeker bepalend. Soms worden waterleidingen aangelegd vlak onder de stalvloer. Dat kan als het leidingmateriaal daarvoor geschikt is: bijvoorbeeld PVC-leidingen met een bescherm laag. Maar als dat leidingen zijn van LD-PE-kunststof, dan is dat vragen om slecht water. Ook leidingen die niet strak aangelegd worden maar meer als een soort waslijnen worden vastgemaakt aan muren, vragen om problemen. Als het water (bijvoorbeeld 's nachts) niet stroomt, zal zich neerslag gaan vormen in het laagste deel van de leiding (plaats A, zie figuur 14).

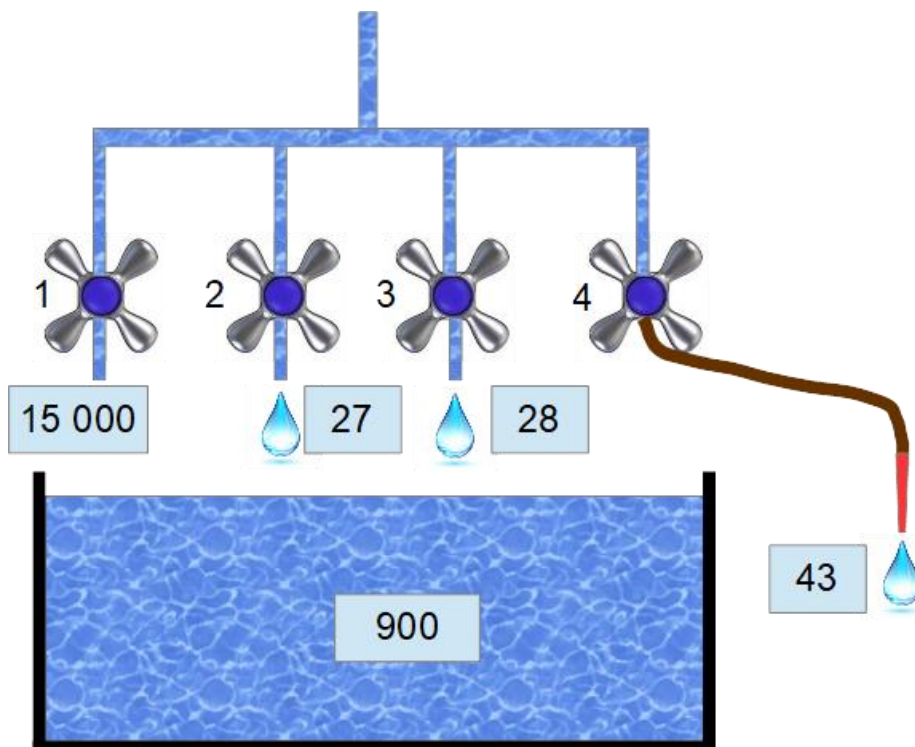


Figuur 14 Waterleidingen opgehangen als 'waslijnen' (A: neerslag in de leiding)

Dode leidingen of leidingen waar nauwelijks water door stroomt.

Wanneer water langere tijd stil staat in leidingen dan ontstaat water van een slechte kwaliteit. Niet alleen in die betreffende leiding maar ook in de leidingen in de buurt. Een voorbeeld hiervan is in figuur 15 te zien.

Een veehouder gebruikte leidingwater voor zijn kalveren maar klaagde dat in de bak waarin hij de melk klaar maakte het water bacteriologisch vervuild was. Leidingwater bevat nooit meer dan 100 kiemen per milliliter water (100 kve/mL). Maar in de bak zat water met 900 kve/mL: dus 9 maal teveel bacteriën. Nu bleek dat de boven de bak een constructie was met vier kranen. Om de bak te vullen gebruikte de veehouder kraan 2 en 3 (zie figuur 15). Aan kraan 4 zat een tuinslang die werd gebruikt om de omgeving schoon te spoelen. Kraan 1 werd eigenlijk niet meer gebruikt. De lengte van de kraan tot aan de hoofdleiding was ongeveer één meter. Bij analyse van het water bleek dat uit kraan 2 en 3 water kwam met een goede kwaliteit (onder de 30 kve/mL). Uit de tuinslang kwam ook water met goede kwaliteit, maar net iets minder (43 kve/mL). Maar uit kraan 1 kwam water dat erg vervuild was met bacteriën: maar liefst 15000 kve/mL. Kraan 1 werd niet gebruikt, hoe kon dan toch de bak vervuild water bevatten? Om het water te bemonsteren uit de kraan, werd de kraan heel voorzichtig opgedraaid en werd een beetje (100 milliliter) water opgevangen in een steriel potje. Maar als de veehouder de grote bak vulde met water, draaide



Figuur 15 Kiemgetal (kve/mL) afhankelijk van leiding (voor verklaring van getallen: zie tekst)

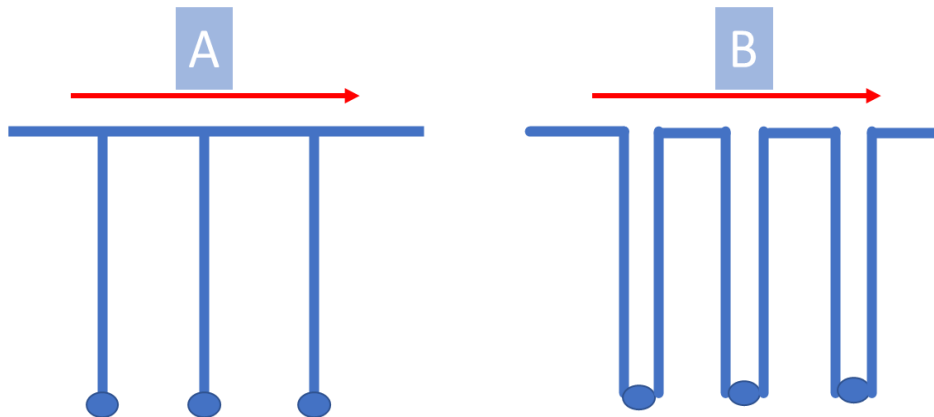
hij kraan 2 en 3 vol open. Daardoor stroomde het water zo hard in de bak dat water uit de leiding die naar kraan 1 liep in de leidingen van kraan 2 en 3 terecht kwam. Dus op die manier kwam een deel van het water met veel te veel bacteriën in de grote bak terecht.

Waterdruk

De waterdruk in de leidingen heeft ook invloed op de waterkwaliteit aan het drinkpunt. Lage-druksystemen zijn geschikt indien men niet veel water nodig heeft en gedurende de dag gemiddeld even veel water verbruikt. Dit geldt vooral voor pluimvee en biggen. Voor andere diersoorten zal men er bij lage-druksystemen voor moeten zorgen dat er voldoende water aanwezig is in de stal (drinkbakken in plaats van nippels). Een hydrofoor (pomp om druk in waterleiding te krijgen) gebruikt men indien men voldoende druk in de leidingen wil hebben. Dit is nodig indien veel dieren aanwezig zijn of het waterverbruik per leiding hoog is. Bedenk dat een hydrofoor elektriciteit gebruikt om de waterdruk op te bouwen. Waterdruk kan ook opgebouwd worden met communicerende leidingen, maar deze hebben grote nadelen. De druk in de leidingen is daarbij erg laag waardoor de aanvoersnelheid van het water zeer laag is. Men heeft veel dikkere buizen nodig om hetzelfde debiet (liter per minuut) te krijgen als bij een hydrofoorinstallatie. Het voordeel van communicerende vaten en leidingen is dat men geen energie verbruikt om het water te transporteren. Maar dat weegt niet op tegen het nadeel: het water raakt snel vervuild (indien in één bak veel wordt gedronken kan dit ervoor zorgen dat water uit een andere bak wordt aangetrokken). Voor communicerende vaten heeft men een groot voorraadvat nodig als beginpunt. Dit vat is kwetsbaar voor vervuilingen (muizen, stof, bacteriën, algengroei). Daarom is een systeem met communicerende vaten geen goed systeem voor drinkwater.

Bij een zeer lage waterdruk kan het water makkelijker vervuild doordat water van het aftappunt langzaam kan terugstromen de leiding in. Daarom raken de leidingen met erg lage waterdruk sneller vervuild dan wanneer het water sneller door de leidingen stroomt. Ook de lengte van de leidingen en de hoeveelheid bochten is bepalend voor de waterkwaliteit. In figuur 16 staan schematisch twee voorbeelden. In voorbeeld A lopen leidingen van boven naar beneden naar drinkbakjes. Dit komt veel voor bij varkensbedrijven. Als een biggetje niet veel drinkt uit een bepaald bakje, blijft het water staan. Het is geen dode leiding (er zit tenslotte een bakje aan het einde) maar praktisch gezien is het dit wel: het water stroomt niet in die leiding. In situatie B (die ook vaak wordt gebruikt) zijn alle bakjes onderling met elkaar verboden. Het water stroomt dus

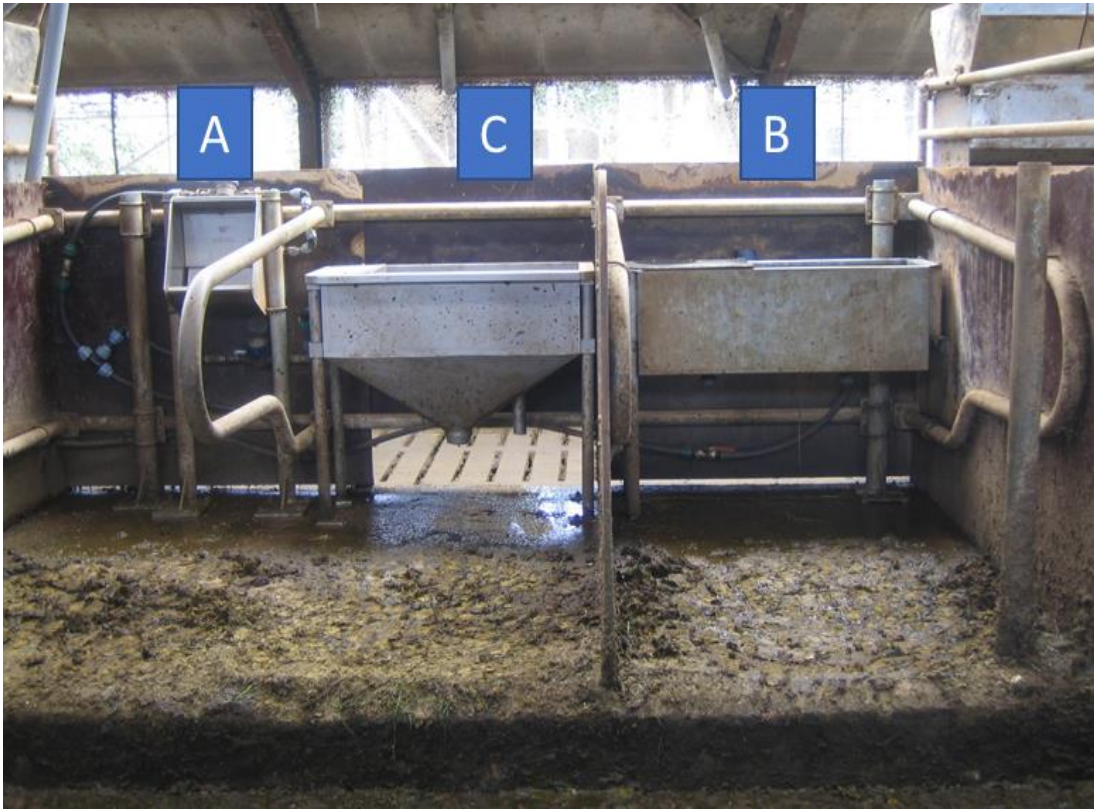
altijd door. Maar je hebt wel meer leidingen in de stal dan in situatie A. Ook kan het zijn dat je dan een grotere druk nodig hebt om te zorgen dat het water goed blijft stromen.



Figuur 16 Leidingen met drinkbakjes (A met doodlopende leidingen en B met doorstroom)

Drinksystemen

Drinkbakken voor koeien zijn er in allerlei maten en vormen. Dat geldt ook voor varkens, pluimvee en paarden: bakjes, nippels of grote bakken. In figuur 17 zijn voor een experiment drie bakken naast elkaar geplaatst. Bak A en bak B zijn veel gebruikte bakken. Voor dit experiment werd een nieuwe bak ontwikkeld (bak C). Koeien houden het meest van grotere bakken. Bij het drinken gaat de snuit ongeveer 5 tot maximaal 10 centimeter diep het water in. De essentie van bak C is dat de diepte van de bak 20 centimeter is met een schuine uitloop. De schuine uitloop zorgt ervoor dat voedsel uit de bek van de koe naar beneden zakt en daar blijft liggen. Een grote uitloop onder de bak met een simpele schuif om open te doen zorgt ervoor dat de bak binnen 15 seconden leeg en schoon is. Daarna kan de bak weer vollopen met schoon water. Zo heeft de koe altijd vers en schoon water. In dit experiment bleek dat de koeien (zoals verwacht) de voorkeur gaven aan de middelste bak. Nu kan men zeggen: die bak staat in het midden, daar zal het wel aan gelegen liggen. Maar bij deze proef kon de watertoevoer per bak afgesloten worden. Het waterverbruik werd gemeten tijdens het afsluiten van een drinkbak (A, B of C) gedurende een week lang. Hierdoor kon worden gemeten dat koeien gedurende die week meer water dronken



Figuur 17 Drie voorbeelden van drinkbakken voor koeien (voor verklaring van letters: zie tekst)

(en ook meer melk produceerden) wanneer bak C open was dan wanneer bak A of bak B open was.

Ook voor kalveren zijn er diverse drinksystemen beschikbaar. Soms lijkt een drinkstelsel er mooi uit te zien (figuur 18) maar valt dit in de praktijk tegen. De met een bol af te sluiten drinkbak ziet er uit alsof dit schoon water oplevert. Maar na een tijdje vormt zich een bacterie-laag aan de binnenkant en aan de gele bol waardoor het water niet erg lekker is. De bol voelt ook erg slijmerig aan!



Figuur 18 Voorbeeld van drinkbak voor kalveren die makkelijk verslijmd

Onderhoud van het systeem

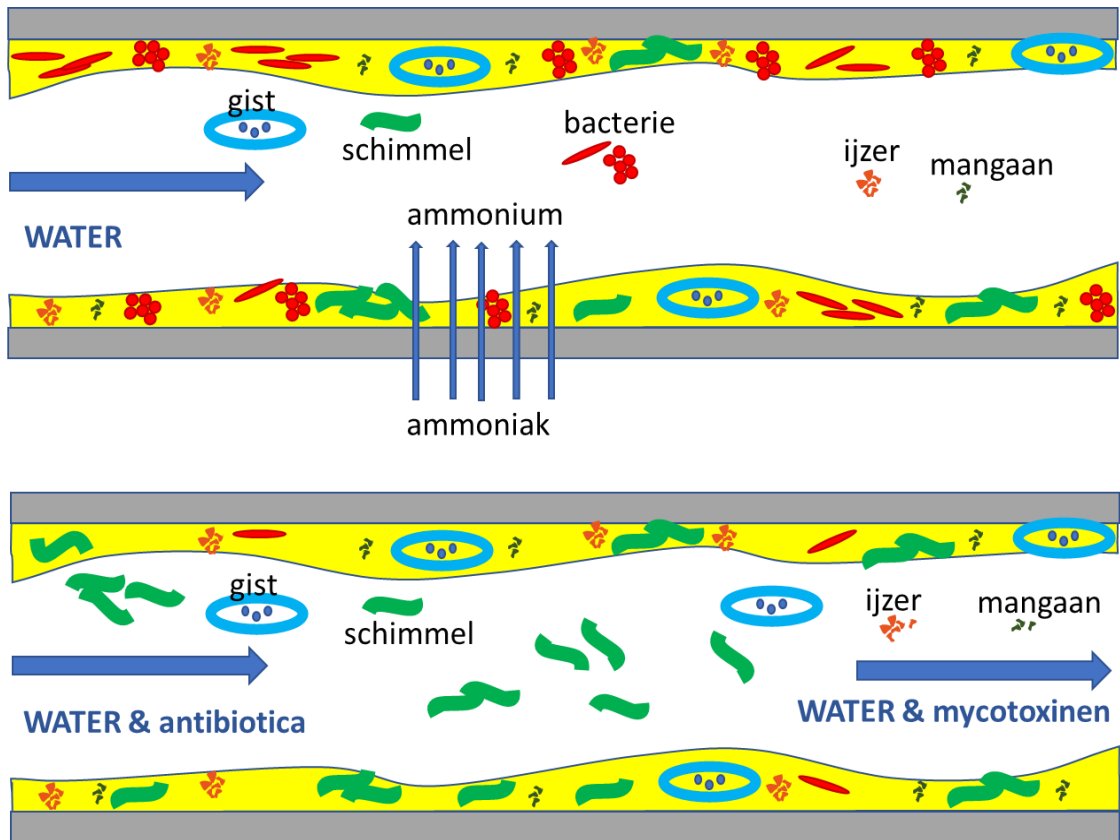
Net zoals bij alle systemen, is onderhoud van het drinkwatersysteem nodig. Tot aan de watermeter doet het waterleidingbedrijf dit, maar vanaf de watermeter is men zelf verantwoordelijk voor onderhoud. Wanneer men een eigen pomp heeft, moet ook de bron (puls) in de gaten worden gehouden en regelmatig (jaarlijks bijvoorbeeld) gecontroleerd worden op goede werking. In de stal zal men regelmatig moeten controleren hoe de leidingen erbij hangen, of er geen lekkage is, hoe de drinkbakken zijn (wekelijks schoonmaken; schrobben hoeft meestal niet) en of de toevoer naar de drinkbakken nog steeds werkt. Als men filterinstallaties heeft (bijvoorbeeld ontijzeringsinstallaties) dan moet men ervoor zorgen dat deze goed werken. Jaarlijkse controle is dan geen overbodige luxe. Een teveel aan ijzer in het water geeft niet alleen een slechte smaak aan het water, het kan bij verhoogde gehalten ook slecht voor de gezondheid zijn en kan bovendien schade aan gebouwen veroorzaken (zie figuur 19).



Figuur 19 Voorbeeld van teveel ijzer in drinkwater voor paarden

Biofilm

Een biofilm kan zich aan de binnenkant van de waterleiding vormen. Een biofilm is een soort tandplak: lange ketens van suikers gevormd door bacteriën (geel in figuur 20) waarin micro-organismen zitten en ook mineralen en metalen (zoals ijzer en mangaan). Een biofilm vormt een risico voor de diergezondheid. Op de eerste plaats doordat ziektekiemen in de leidingen kunnen gaan groeien waardoor dieren samen met het water ook schadelijke bacteriën opnemen. Maar gevaarlijk wordt het wanneer men antibacteriële middelen gaat gebruiken via het water (bijvoorbeeld bij ziekte in de varkenshouderij of in pluimveestallen). Hierdoor sterven de meeste bacteriën. Deze dode bacteriën vormen dan een voedingsbron voor schimmels. Die kunnen op hun beurt giftige stoffen maken (mycotoxinen). Deze kunnen erg schadelijk zijn voor de dieren. Schimmels en gisten worden niet gedood door antibiotica en dan kan het langdurig (langer dan één week) verstrekken van antibiotica via het water een averechts effect hebben op de diergezondheid. Dit geldt voor zowel leidingwater als eigen bronwater. Langdurig gebruik van antibiotica kan dan leiden tot groei van schimmels en de vorming van mycotoxinen. Gisten zijn voor zover bekend niet schadelijk voor dieren.



Figuur 20 Water met biofilm (bovenste figuur) en het effect van antibiotica op biofilm (onderste figuur: meer kans op schimmels en gisten in het water)

Invloed van materiaal leidingen op biofilm

Waterleidingen kunnen van veel materialen worden gemaakt. De meest gebruikte materialen staan in tabel 3. In de derde kolom staat het risico op biofilm-vorming ten opzichte van koperen leidingen. Van de leidingen met kunststof heeft een leiding gemaakt van PVC het minste risico op vorming van biofilm.

Tabel 3 Veel gebruikte materialen voor waterleidingen

Afkorting	Materiaal	Relatief Risico Biofilm
Cu	Koper	1,0
RVS	Roest-vast-staal	1,3
PVC	Poly vinyl chloride	1,7
PP	Poly propyleen	2,7
LD-PE	Lage dichtheid poly ethyleen	19,7
HD-PE	Hoge dichtheid poly ethyleen	7,5

Schoonmaken/verwijderen biofilm

Het verwijderen van een biofilm is niet altijd eenvoudig. Het probleem is meestal de 'slijm laag' die de basis vormt van een biofilm. Deze slijm laag is een mengsel van suikers die worden gemaakt door bacteriën. Deze suikers gaan polymeriseren (aan elkaar zitten) en zorgen zo voor een soort tandplak. Deze is alleen met te verwijderen via mechanische reiniging door luchtdruk of ultrasoon geluid. Zolang de biofilm nog niet zo dik is, kunnen ijzer- en mangaandeeltjes met 2% citroenzuur worden verwijderd. Dan verdwijnt ook al een deel van de voeding voor bacteriën. Ga hiervoor als volgt te werk: maak een oplossing van 2% citroenzuur (20 gram per liter water) en laat dit in de leidingen stromen. Laat deze oplossing 20 minuten staan en spoel dan de leidingen goed door (ongeveer 5 minuten) om het overtollige citroenzuur te verwijderen. Een oplossing van 2% citroenzuur is niet schadelijk voor mens en dier. In figuur 21 is een voorbeeld van een PVC-buis te zien waar aan de binnenkant een dunne laag ijzer zat. Na 20 minuten laten staan in 2% citroenzuur, was de hele ijzerlaag verdwenen. Een oplossing van 2% citroenzuur is ook goed om kalkresten te verwijderen.



Oorspronkelijk

Na 20 minuten met
2% citroenzuur

Figuur 21 PVC-leiding met ijzer- en mangaan-neerslag, vóór (links) en na (rechts) behandeling met 2% citroenzuur

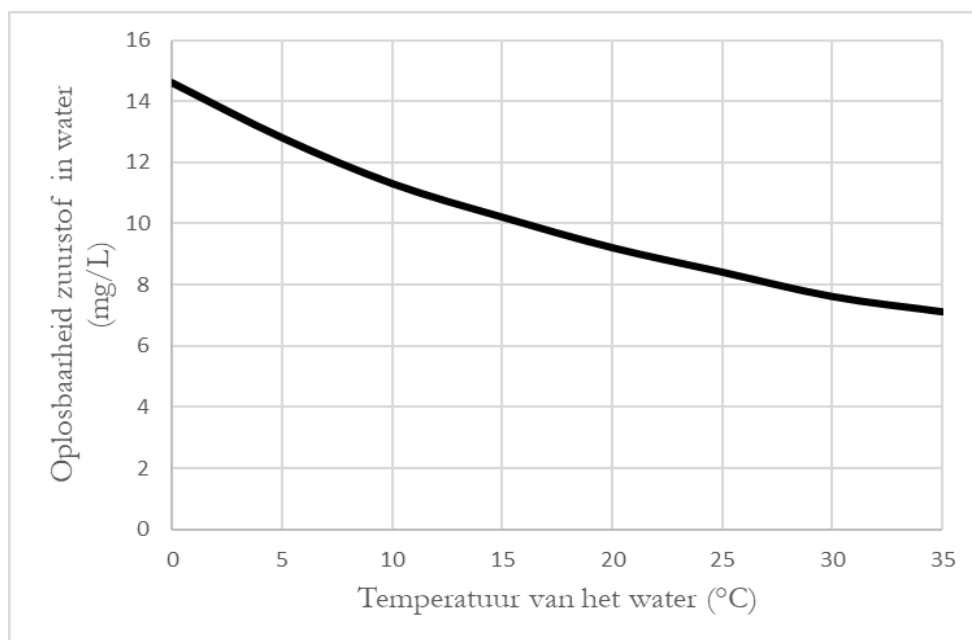
Gassen in water

Water kan naast allerlei mineralen ook gassen bevatten. Sommige gassen wil men niet in het water hebben (sulfide, methaan) terwijl andere gassen juist goed zijn voor de smaak van het water (zuurstof, koolstofdioxide).

Zuurstof (O₂)

Water zonder zuurstof is in het algemeen niet smakelijk. In de drinkwaterwet is opgenomen dat in water minimaal 2 mg/L zuurstof aanwezig moet zijn. In de ondergrond (dieper dan één meter) is geen zuurstof aanwezig in water. Daarom moet al het drinkwater dat wordt opgepompt, worden belucht. Beluchten heeft meerdere voordelen: het brengt zuurstof in het water waardoor het water smakelijker wordt en het verdrijft andere gassen die eventueel schadelijk kunnen zijn.

De oplosbaarheid van zuurstof in water is afhankelijk van de temperatuur van het water. Bij hogere temperatuur lost minder zuurstof op in water dan bij lagere temperatuur (zie ook figuur 22). Zuurstof wordt in water verbruikt door micro-organismen (bacteriën, schimmels en gisten) of door reacties met andere chemische stoffen. De hoeveelheid van deze stoffen wordt uitgedrukt als 'biologisch zuurstofverbruik' (BZV) of 'chemisch zuurstof verbruik' (CZV). Als er teveel van deze stoffen aanwezig zijn, kan de hoeveelheid zuurstof in het water dalen tot (te) lage waarden.



Figuur 22 Oplosbaarheid van zuurstof in water, afhankelijk van watertemperatuur

Zwavelwaterstof (H₂S)

Zwavelwaterstof en waterstofsulfide zijn twee namen voor dezelfde 'rotte eierenlucht'. Dit gas ontstaat vooral bij omzettingen van zwavel. Zwavel is niet oplosbaar in water maar sulfaat (een combinatie van zwavel en zuurstof: SO₄²⁻) wel. Sulfaat komt veel voor in zeewater en is de bron van zwavel. Bacteriën gebruiken de zuurstof uit het sulfaat en ook soms de zwavel om te groeien en maken als uitscheidingsproduct zwavelwaterstof. Deze bacteriën zijn altijd wel ergens

aanwezig in het water. Gebieden met veel zwavel (denk aan veengronden, maar ook bepaalde zandgronden) zijn daarom risicovol voor het ontstaan van zwavelwaterstof in het water. Als dan ook nog eens mest waarin veel bacteriën zit bij het water kan komen, is het risico op zwavelwaterstof erg groot. Zwavelwaterstof is erg schadelijk: het verlamt zenuwen. Gelukkig ruik je het snel: soms ruik je het eerder dan dat je het met chemische methoden kunt aantonen. Maar als je het ruikt is er al bijna een giftige concentratie. Zwavelwaterstof maakt het water erg onsmakelijk. Zwavelwaterstof kan makkelijk worden verwijderd uit het water door het water te beluchten.

Koolstofdioxide (CO₂)

Water moet minimaal 60 mg/L waterstofcarbonaat bevatten. Dit om ervoor te zorgen dat water smakelijk is en niet 'doods' smaakt. Waterstofbicarbonaat (HCO₃⁻) en waterstofcarbonaat (CO₃²⁻) zijn het product van CO₂ en water en worden ook wel 'tijdelijke hardheid' genoemd. Afhankelijk van de zuurgraad van het water, zal meer of minder CO₂ in het water zijn opgelost. Beneden een pH van 4 verdwijnt bij normale druk bijna al het CO₂ uit het water. Meestal wordt waterstofcarbonaat in het water lekker gevonden, denk aan bruiswater. Schadelijk is het niet. Soms zit er zoveel CO₂ in het water dat het water bij het oppompen melkachtig is. Laat je het dan 10 minuten staan, dan zie je de vorming van belletjes en wordt het water geheel helder.

Methaan (CH₄)

Sommige gassen zorgen voor groei van micro-organismen in water: methaangas is zo'n gas. Van nature komt methaan in water voor in Nederland. Enkele gebieden in Nederland bevatten relatief veel methaan: Noord Holland, rond de gasboringen in Groningen, in veengebieden in andere delen van Noord Nederland. Methaan in water duidt op een anaëroob milieu (zuurstofloos). In dat zuurstofloze milieu kunnen bacteriën met methaan en ammonium als voedingsbron gaan groeien. Deze bacteriën zorgen voor slijmvorming in de leidingen. De eenvoudigste manier om methaan te verwijderen, is beluchten van water. Dan maken deze bacteriën geen kans meer: ze kunnen niet tegen zuurstof. Methaan is niet direct schadelijk voor de gezondheid. Wel is het zo dat het alleen voorkomt in zuurstofloos water: en dat smaakt veel minder lekker dan belucht water. Soms zit er zelfs zoveel methaan in water dat het water kan branden! Een relatief nieuw probleem is de winning van schaliegas. Bij de winning van schaliegas kan

methaan in het grondwater terechtkomen. In de Verenigde Staten is een relatie gevonden tussen de hoeveelheid methaan in water en de afstand van de plaats waar naar schaliegas wordt geboord.

Filterinstallaties

Verwijderen van ijzer

Water dat uit de ondergrond (dieper dan één meter) komt en waar het zand ijzer bevat, zal altijd een beetje tot soms veel ijzer bevatten. Dit ijzer is oplosbaar in water en kleurloos; het is tweewaardig ijzer (Fe^{2+}). Maar als het water met ijzer in contact komt met zuurstof, oxideert het ijzer tot de driewaardige vorm (Fe^{3+}) en dit is niet oplosbaar in water en bovendien rood tot bruin gekleurd.

De basis van een ontijzeringsinstallaties is eigenlijk tamelijk eenvoudig: het binnenkomende water wordt met zuurstof gemengd waardoor het ijzer oxideert en neerslaat. Op die manier ontstaat water zonder ijzer. Maar het ijzer dat neerslaat moet natuurlijk ergens blijven. Iedere fabrikant van deze installaties heeft daar zo zijn eigen oplossing voor. Dat betekent wel dat men regelmatig moet controleren of de installatie nog goed werkt. In figuur 23 staat een foto van een installatie die niet goed werd onderhouden, ondanks de suggestie van een logboek aan de muur. De veehouder klaagde dat er ijzer in het water zat terwijl hij toch een installatie had. Bij nadere inspectie bleek dat de hele installatie onder het ijzer zat. Ook de binnenkant van het vat (rechts



Figuur 23 Ontijzeringsinstallatie die niet meer werkt (links pomp, rechts vat dat open is gezaagd)

in figuur 23) zat helemaal vol met ijzer. In het opslagvat is een gat gezaagd en hier is duidelijk te zien dat het vat vol met ijzerneslag zit.

Een risico van ontijzeringsinstallaties is dat bacteriegroei optreedt in zo'n installatie. Dit is te zien in figuur 24. Bij de linker foto kijkt men van boven in een (leeg) ontijzeringsvat. De luchtstroom aan de bovenkant van de installatie zorgde er in combinatie met de ijzerneslag voor dat er bacteriën begonnen te groeien. Dat is de blauw/paarse verkleuring van het ijzer. Deze bacteriën kwamen ook in het water en zorgden voor slecht water. Veel bacteriesoorten zijn dol op ijzer en groeien extra hard met ijzer in de buurt.



Figuur 24 Bacteriegroei (blauwe gloed) door een combinatie van veel lucht en ijzerneslag

Verwijderen van mangaan

Een ander metaal dat in water kan voorkomen, is mangaan. Mangaan is een metaal dat een beetje hetzelfde reageert als ijzer. Mangaan is niet schadelijk voor dieren, maar kan wel schade veroorzaken aan installaties. Op de oceanbodem liggen vaak mangaanknollen. Dit zijn zwarte stenen die voornamelijk uit mangaan bestaan. Omdat Nederland vroeger een oceaan was, liggen in diepere lagen nog steeds deze knollen. Soms boort men een waterput die precies bij zo'n mangaanknol uitkomt. Dan bevat het water zeer veel (tot 50 mg/L, in plaats van normaal 1-2 mg/L) mangaan. In de ondergrond komt mangaan voor in een vorm die oplosbaar is in water. Als mangaan in contact komt met zuurstof, raakt het net als ijzer geoxideerd, maar dat duurt veel langer. Daarom is mangaan moeilijker te verwijderen uit het water. Een ontijzeringsinstallatie

werkt meestal niet goed genoeg hiervoor. Het gebruik van sterkere oxidatoren is nodig maar dit is meestal niet weggelegd voor veehouderijen. Wanneer het water teveel mangaan bevat, kan een installatie gebaseerd op nanofiltratie een mogelijkheid zijn.

Het toevoegen van actief chloor om water te ontsmetten (zoals soms bij pluimveebedrijven wordt gedaan) kan ervoor zorgen dat mangaan zeer snel neerslaat: er ontstaat dan binnen enkele minuten een zwarte neerslag. Dit kan leidingen verstopen. Dus bij een verhoogd mangaangehalte mag nooit actief chloor worden gebruikt.

Ontharding van water

Er zijn twee soorten hardheid: tijdelijke hardheid en permanente hardheid. Tijdelijke hardheid bestaat uit (waterstof)carbonaat-verbindingen van calcium en magnesium. Na verwarmen of lang laten staan ontleden calciumcarbonaat en magnesiumcarbonaat en blijft de permanente hardheid (ook wel ketelsteen genoemd) over. De hardheid van het water (een combinatie van calcium- en magnesiumzouten) wordt in Nederland meestal in graden Duitse Hardheid (°D) uitgedrukt. De hardheid varieert in Nederland van ongeveer 3 (zeer zacht water, bijvoorbeeld op de Veluwe) tot meer dan 20 (erg hard, bijvoorbeeld in Friesland, Zuid-Limburg, Achterhoek). In de nieuwe polders (Flevoland) kan de hardheid zelfs door invloed van zeewater de 30 overschrijden. Tot een hardheid van 25 is het water nog geschikt te noemen als drinkwater. Vanaf een hardheid van ongeveer 15 wordt de vorming van kalkaanslag storend. Regelmatig (éénmaal per jaar) moeten dan de kranen worden gecontroleerd en vooral de kleine drinknippels (pluimveestallen) kunnen dan snel gaan lekken of juist vast gaan zitten. Een ontharder kan dan uitkomst brengen. Bedenk wel dat de meeste ontharders op basis van keukenzout werken en dat in dat geval zacht water altijd gepaard gaat met een verhoogd zoutgehalte. Soms kan het zoutgehalte dan zo hoog worden dat voor bepaalde pluimveesoorten en soms zelfs voor varkens kritische grenzen worden bereikt. Aan de andere kant is te zacht water weer niet goed voor leidingen, vooral indien deze uit metaal bestaan. Water met een hardheid lager dan 4 °D wordt al agressief ten opzichte van metaal: het lost langzaam maar zeker de leiding op. Een hardheid tussen de 6 en 12 °D wordt als ideaal gezien.



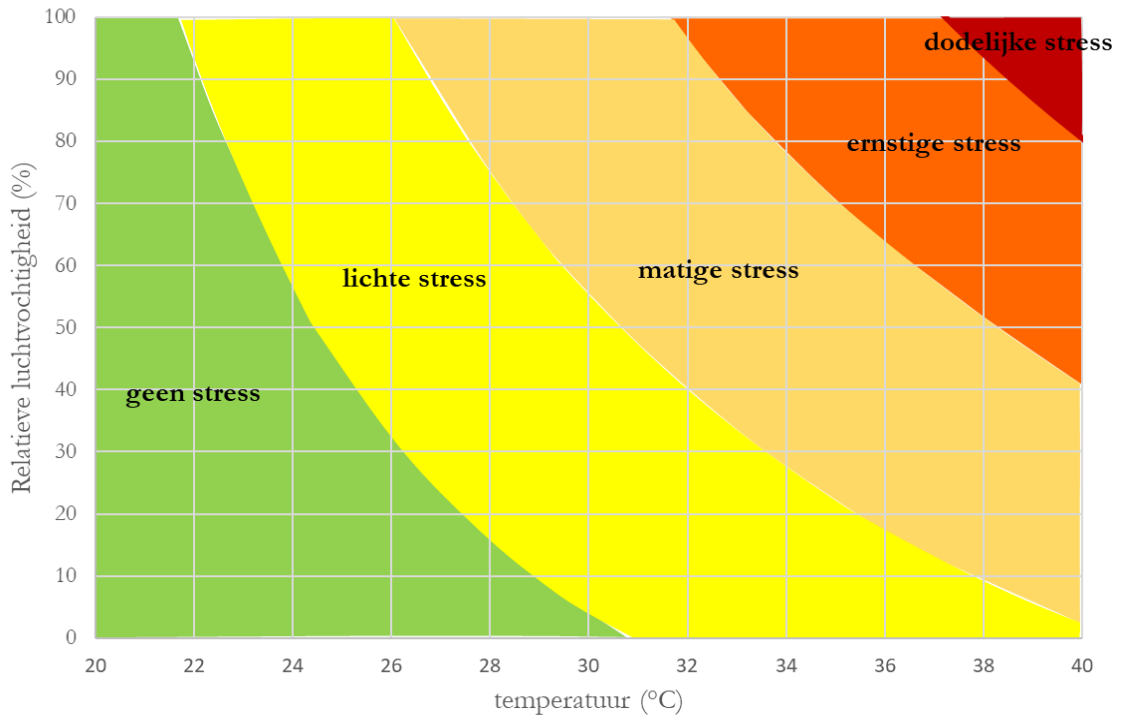
4. Waterbehoefte van dieren

Factoren die waterbehoefte bepalen/beïnvloeden

Er zijn allerlei ingewikkelde formules in omloop om de hoeveelheid drinkwater die dieren nodig hebben, te berekenen. Maar als alles bij elkaar wordt genomen, blijven er vijf factoren over: de temperatuur, de luchtvochtigheid, de uitscheiding van vloeistof (melk bijvoorbeeld), de 'arbeid' die een dier moet verrichten en de hoeveelheid droge stof in het voer. Daarom is het beter om over de vochtbehoefte te spreken. De combinatie van temperatuur en luchtvochtigheid kan worden uitgedrukt als THI: Temperature Humidity Index. De benodigde vochtopname is afhankelijk van de hittestress. De relatie tussen hittestress en temperatuur en luchtvochtigheid is te zien in figuur 25. Voorbeeld: bij een temperatuur van 28 °C en een luchtvochtigheid van 10% ervaart men geen hittestress. Loopt de relatieve luchtvochtigheid op naar 50% dan ervaart men al een lichte hittestress. Is de luchtvochtigheid hoger dan 80% dan ervaart men een matige stress. Indien men inspanning verricht (bijvoorbeeld hardloopt) dan kan men makkelijk een klasse hoger terecht komen. Dus bij 23 °C, een luchtvochtigheid van 85% en de marathon lopen, komt men makkelijk in een situatie van matige tot ernstige hittestress. Voor melkkoeien kan men aanhouden dat de temperatuur voor het zelfde stressniveau als bij mensen ongeveer 5 °C lager is. Dus in plaats van 22 °C zal een koe al bij 17 °C hittestress ondervinden. Koeien die melk produceren op een niveau van meer dan 15 kg/dag (in Nederland echt wel het minimum) produceren ook interne warmte doordat de pens een fermentatievat is van zo'n 80 tot 100 liter dat behoorlijk wat warmte produceert. Daarom kan men koeien altijd een klasse hoger inschalen wat betreft hittestress.

Maar wat is dan de vochtbehoefte van een dier? Er zijn veel formules te vinden voor het berekenen van de waterbehoefte van dieren. Daar wordt dan gecorrigeerd voor het soort voer: gras bevat bijvoorbeeld 80% vocht, brok maar 12%. Maar om het eenvoudig te houden kun je praten over 'vochtbehoefte' in plaats van waterbehoefte. Dan wordt de formule eenvoudig (geldt voor alle zoogdieren, dus ook mensen):

Vochtbehoefte per dag = 0,05 liter maal het lichaamsgewicht.



Figuur 25 Temperature Humidity Index-klasse (van geen hittestress tot dodelijke hittestress) afhankelijk van temperatuur en luchtvochtigheid voor mensen (voor koeien moet 5 °C lager worden aangehouden)

Dus een koe van 650 kilogram heeft een vochtbehoefte van $0,05 * 650 = 32,5$ liter vocht per dag. Bij lichte stress is dit een factor 1,4 hoger. Voor matige stress een factor 2 en voor ernstige stress een factor 3. Dus een mens van 75 kg die een marathon loopt bij 23 °C en 80% luchtvochtigheid, heeft een vochtbehoefte van $0,05 * 75 * 3 =$ ruim 10 liter! Onder normale omstandigheid (geen stress) is dit 3,75 liter vocht. In voeding zit gemiddeld 50% vocht, dan is er dus onder normale omstandigheden iets minder dan 2 liter water per dag nodig. Voor een koe geldt dat per kilogram geproduceerde melk het dier 2 liter vocht extra nodig heeft. Het produceren van melk is voor een koe een inspanning en dan moet een stressklasse hoger worden aangehouden. In gras zit ongeveer 80% vocht. Een koe van 650 kg en een melkproductie van 25 kg heeft op een normale zomerdag (23 °C, luchtvochtigheid 80%) $650 * 0,05 * 2 = 65 * 2 * 25 = 115$ liter vocht nodig. Nu zit er in gras ongeveer 80% vocht terwijl in mengvoeders 12% vocht zit. Stel dat de opname aan droge stof 20 kg per dag is, uitgaande van 12 kg mengvoeder en de rest gras, dan komt er uit het

voer al $12 * 0,12 + 47 * 0,8 = 39$ liter vocht. Feitelijk hoeft de koe dan maar 76 liter water per dag te drinken.

Voor andere diersoorten (varken, geit, schaap, kip) geldt een zelfde formule. Kippen produceren natuurlijk geen melk maar eiproductie betekent wel een vochtverlies van zo'n 50 mL per dag. Voor zeugen die biggen zogen geldt eenzelfde redenering voor hittestress als voor koeien.

Drinkgedrag van dieren

Runderen

Koeien hebben soms in korte tijd veel water nodig. Dat geldt vlak na afkalven: dan kan een koe makkelijk 20 tot 30 liter water drinken. Geef een koe dan water dat niet al te koud is. Dat is beter voor de pens. Ook na het melken willen koeien graag water drinken. Ook dan is een hoeveelheid van 10 tot 20 liter per keer geen uitzondering. Wanneer de koe uit een grote bak kan drinken, doet ze dat liever dan wanneer ze uit een klein bakje aan het water moet zien te komen. Dat duurt dan te lang voordat ze 10 tot 20 liter heeft gedronken.

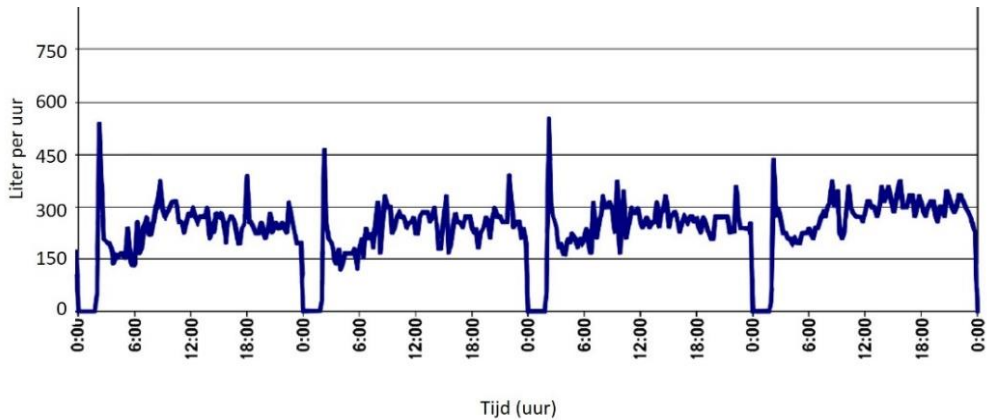
Varkens

Een varken drinkt van nature door te zuigen en eet meer als hij geen dorst heeft. Dat lijkt ook normaal voor een big. Maar toch blijkt een bakje een natuurlijkere manier van drinken dan een nippel. In proeven namen biggen meer voer op als ze uit een bakje dronken dan wanneer ze uit een nippel moesten drinken. Bakjes leiden minder tot morsen van water, maar kunnen gemakkelijker vervuild raken door mest of voedsel. Dat is dan weer het voordeel van een nippel als drinkbron.

Pluimvee

Ook kippen drinken liever uit een open bak. Als de temperatuur laag is (onder de 20 °C) dan maakt het niet veel uit: een bakje of een nippel. Maar bij hogere temperatuur en als er dus hittestress optreedt, drinkt een kip meer water uit een bakje dan uit een nippel. Ook is het zo dat een kip

eerst drinkt en dan pas eet. Zodra het licht aangaat, wil een kip eerst drinken en daarna ziet ze wel verder. Dat is te zien in figuur 26. Iedere keer als het licht uit gaat, stopt het waterverbruik. Zodra het licht weer aangaat, schiet het waterverbruik omhoog, om na 10 tot 15 minuten te dalen. Dan gaat de kip eten en vervolgens neemt het waterverbruik weer iets toe tot normale waarden.



Figuur 26 Drinkgedrag van pluimvee: na uitschakelen van licht wordt er niet gedronken



5. Drinkwaternormen

Er zijn normen voor micro-organismen en voor chemische stoffen in drinkwater. Bij een te veel aan micro-organismen spreekt men van een besmetting, bij een teveel aan chemische stoffen spreekt men van verontreiniging.

Microbiologische normen (kiemgetal)

In tabel 4 staan de microbiologische normen voor drinkwater voor de verschillende diersoorten: *Escherichia coli* (afgekort *E. coli*) en kiemgetal. De eenheid van de normen is kve/mL: dat betekent kolonie-vormende eenheden per milliliter. Kolonievormend betekent dat de bacterie kan groeien en dus levend is.

Voor jonge dieren (biggen, kalveren) kan men beter aanhouden dat het totaal kiemgetal van het water flink lager is dan 10.000 kve/mL; onder de 1000 kve/mL is goed voor jonge dieren. Ter vergelijking: voor mensen moet het kiemgetal onder de 100 kve/mL liggen en mag er maar 0,01 kve/mL *E. coli* in het water zitten.

Tabel 4 Bacteriologische normen voor drinkwater voor dieren

parameter	Rundvee en andere herkauwers		Varkens, paarden en andere éénmagigen		Pluimvee en ander gevogelte	
	Goed	Slecht	Goed	Slecht	Goed	Slecht
<i>E. coli</i> (kve/mL)	< 10	> 100	< 10	> 100	< 10	> 100
Kiemgetal 22 °C (kve/mL)	< 10 000	> 100 000	< 10 000	> 100 000	< 10 000	> 100 000

Chemische normen

In tabel 5 staan de chemische normen voor drinkwater voor de verschillende diersoorten. Als de laboratoriumresultaten van het water voldoen aan de getallen in de kolom 'Goed' dan kan men het water als 'geschikt' beoordelen. Als één of meer parameters hoger zijn dan de waarde in kolom 'Slecht' kan men het water beter niet gebruiken als drinkwater voor die betreffende diersoort. Zitter er één tot drie parameters tussen de waarden in kolom 'Goed' en kolom 'Slecht',

dan moet men op termijn in actie komen om het water te verbeteren. Zijn meer dan drie parameters boven de waarden in kolom 'Goed', kan men het water beter niet gebruiken. De eenheden zijn meestal mg/L: milligram per liter. Voor metalen wordt de norm µg/L gebruik: µg is de afkorting van microgram. Er gaan 1000 microgram in één milligram. En er gaan weer 1000 milligram in één gram.

Tabel 5 Chemische normen voor drinkwater voor dieren

parameter	Rundvee en andere herkauwers		Varkens, paarden en andere éénmagigen		Pluimvee en ander gevogelte	
	Goed	Slecht	Goed	Slecht	Goed	Slecht
pH (zuurgraad)	5 – 8,5	< 4 en > 9	5 – 8,5	< 4 en > 9	5 – 8,5	< 4 en > 9
Ammonium (mg/L)	< 2	> 10	< 1	> 2	< 1	> 2
Nitriet (mg/L)	< 0,1	> 1,0	< 0,1	> 1,0	< 0,1	> 1,0
Nitraat (mg/L)	< 100	> 200	< 100	> 200	< 100	> 200
Chloride	< 250	> 2000	< 250	> 2000	< 200	> 400
Natrium (mg/L)	< 800	> 1500	< 400	> 800	< 150	> 250
Sulfaat (mg/L)	< 100	> 250	< 100	> 250	< 100	> 250
Ijzer (mg/L)	< 0,5	> 10	< 0,5	> 10	< 0,5	> 5,0
Mangaan (mg/L)	< 1,0	> 2,0	< 1,0	> 2,0	< 0,5	> 1,0
Hardheid (°D)	> 4 & < 15	> 25	> 4 & < 15	> 25	> 4 & < 15	> 20
Waterstofsulfide	Niet aantoonbaar		Niet aantoonbaar		Niet aantoonbaar	
Lood (µg/L)	< 25	> 50	< 25	> 50	< 25	> 50
Cadmium (µg/L)	< 5	> 10	< 5	> 10	< 5	> 10
Koper (µg/L)	< 30	> 100	< 30	> 100	< 30	> 100
Zink (µg/L)	< 50	> 250	< 50	> 250	< 50	> 250

Water dat gebruik wordt voor het reinigen van leidingen, tanks, enzovoort, die in direct contact (kunnen) komen met levensmiddelen (melktank), moeten voldoen aan de eisen die worden gesteld aan drinkwater voor mensen. Deze normen staan vermeld in tabel 6. In deze tabel valt op dat de normen voor koper en zink erg hoog zijn ten opzichte van de normen voor koper en zink bij dieren (zie tabel 5). Dat komt omdat de normen van mensen zijn gebaseerd op stilstaand water (meer dan 16 uur). Als water zolang stilstaat in leidingen, kan koper en/of zink van de leidingen oplossen in het water. Zeker als de hardheid van het water erg laag is. Maar voor dieren zijn deze hogere gehalten vaak schadelijk! Zeker voor schapen en paarden.

Tabel 6 Normen voor mensen (drinkwaterbesluit geldend op 1 november 2022)

parameter	Mensen
pH (zuurgraad)	> 7,0 & < 9,5
Ammonium (mg/L)	< 0,2
Nitriet (mg/L)	< 0,1
Nitraat (mg/L)	< 50
Chloride (mg/L)	< 250
Natrium (mg/L)	< 150
Sulfaat (mg/L)	< 150
IJzer (mg/L)	< 0,2
Mangaan (mg/L)	< 0,05
Hardheid (°D)	> 4
Waterstofsulfide	Niet aantoonbaar
Lood (µg/L)	< 10
Cadmium (µg/L)	< 5
Koper (µg/L)	< 2000
Zink (µg/L)	< 3000
E. coli (kve/mL)	< 0,01
Kiemgetal 22 °C (kve/mL)	< 100

Wat te doen bij afwijkende indicatoren?

Totaal kiemgetal

Als het kiemgetal te hoog is bij het begin van de leidingen (inkomend water), dan moet de bron worden gecontroleerd. Ontsmetten is dan meestal niet zinvol. Als het water in de stal een verhoogd kiemgetal heeft, kan ontsmetten zinvol zijn. Heeft men dit recentelijk (4 tot 6 weken geleden) nog gedaan en is het nu weer afwijkend, dan dient men structurele maatregelen te nemen. Controleer dode leidingen, stilstaand water, vlotterbakken, enz. Probeer de bron van de vervuiling te achterhalen. Ontsmetten mag alleen gebeuren met middelen die zijn toegelaten voor dit doel. Deze middelen zijn te vinden op de site van het CTGB (College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden). De toegelaten middelen vallen onder Productgroep 5 (PT05 - Ontsmettingsmiddelen voor drinkwater voor mens en dier).

E. coli-getal

E. coli is de afkorting van *Escherichia coli*. Op zich zijn deze bacteriën niet direct schadelijk maar ze zijn een indicatie dat er mest in het water terecht is gekomen. In mest kunnen wel andere ziekmakende bacteriën of virussen zitten. Bij een verhoogd *E. coli*-getal is ontsmetten zinvol. Is dit recentelijk (4 tot 6 weken geleden) ook gebeurd en heeft het geen resultaat gehad, controleer dan de leidingen, drinkbakjes, enzovoort, op lekkage en contact met mest.

Ammonium (NH₄⁺)

Als het ammonium verhoogd is ten gevolge van veengrond en het ammonium is lager dan 5 mg/L, dan is geen actie nodig voor koeien. Anders moet men de herkomst van het ammonium nagaan: als totaal kiemgetal ook verhoogd is, dan wijst dit op verontreiniging: schoonmaken en ontsmetten van leidingen is nodig. Blijft het ammonium verhoogd, dan is de kans groot dat mest(water) lekt in het leidingsysteem. Voor varkens en pluimvee is vooral de combinatie ammonium-pH belangrijk. Bij een pH groter dan 8 moet de ammoniumconcentratie lager zijn dan bij een pH kleiner dan 8, aangezien bij hogere pH vrij ammoniak (NH₃) wordt gevormd. Als het ammonium verhoogd is ten gevolge van veengrond en het ammonium is lager dan 3 mg/L, dan is geen actie nodig. Anders herkomst ammonium nagaan: als totaal kiemgetal ook verhoogd is, dan wijst dit op verontreiniging: schoonmaken en ontsmetten van leidingen is nodig. Blijft het ammonium verhoogd, is de kans groot dat mest(water) lekt in het leidingsysteem.

Cadmium (Cd)

Geen actie nodig voor diergezondheid, wel voor voedselveiligheid. Paarden vormen een uitzondering: schakel over op een andere waterbron.

Chloride (Cl⁻)

Chloride kan niet worden verlaagd door filters (tenzij door Reverse-Osmose-filters of andere nanofilters). Het chloride is heel stabiel in water. Een verhoging wijst dan ook op verontreiniging

of contact met ander water. De oorzaak van de verhoging moet men achterhalen door nader onderzoek.

Hardheid

Een te lage hardheid kan men verhogen door toevoegen van calcium- en magnesiumzouten. Een te hoge hardheid kan men verlagen door ontharders op basis van zout (verdient niet de voorkeur vanwege smaak, maar is wel goedkoop), harsen of Reverse Osmose (is tamelijk kostbaar). Wanneer sulfaat en hardheid verhoogd zijn, is dit moeilijk te verwijderen zonder veel kosten (reverse osmose is dan een optie). Anders een andere bron op een andere diepte maken.

IJzer (Fe)

Bij verhoogd ijzer is ontijzering natuurlijk mogelijk. Kies voor een systeem dat ook eventuele andere problemen oplost als dat nodig is. Anders een ontijzering op basis van zuurstof kiezen.

Koper (Cu)

Verhoogd koper in water wijst op verontreiniging door metaalverwerkende industrie of op contact met leidingen van koper. Stilstaand water kan het koper in water laten stijgen tot meer dan 1000 µg/L, zeker als het water ook nog verwarmd wordt. Oorzaak van verhoging achterhalen door nader onderzoek. Veel diersoorten (paarden, schapen) zijn veel gevoeliger voor koper dan mensen.

Lood (Pb)

Verhoogd lood in water wijst op verontreiniging door metaalverwerkende industrie of op contact met loden leidingen. Stilstaand water kan het lood laten stijgen tot meer dan 50 µg/L, zeker als het water ook nog licht zuur is. Oorzaak van verhoging achterhalen door nader onderzoek.

Mangaan (Mn)

Verhoogd mangaan kan alleen worden verwijderd door speciale installaties. Eventueel is een reverse osmose-installatie geschikt.

Natrium / zout

Verhoogd zout kan alleen worden verwijderd door een reverse osmose-installatie. Eventueel oorzaak van verhoging achterhalen door nader onderzoek.

Nitraat (NO₃⁻)

Speciale nitraatfilters zijn in de handel voor het specifiek verwijderen van nitraat. Andere mogelijkheid is het gebruik van een reverse osmose-filter. Let op ammonium en nitriet. Indien deze ook zijn verhoogd, dan grondig leidingen schoonmaken en ontsmetten. Dit wijst op bacteriële verontreiniging in de leidingen.

Nitriet (NO₂⁻)

Verhoogd nitriet kan moeilijk worden verwijderd. Als er een ontijzeringsinstallatie aanwezig is en het ijzer is lager dan 0,05 mg/L dan is het nitriet mogelijk afkomstig van een installatie die niet goed is afgesteld (teveel zuurstof in combinatie met ammoniak in de lucht).

Sulfaat (SO₄²⁻)

Verhoogd sulfaat kan moeilijk worden verwijderd, alleen via een reverse osmose-installatie. Eventueel een andere bron (andere diepte) nemen.

Zwavelwaterstof (H₂S)

Neem de oorzaak van het ontstaan van zwavelwaterstof (waterstofsulfide) weg: belucht het water en/of reinig en desinfecteer de leidingen.

Zink (Zn)

Verhoogd zink in water wijst op verontreiniging door metaalverwerkende industrie of op contact met gegalvaniseerde leidingen (meestal zijn dit thermisch verzinkte leidingen).

Door water overdraagbare ziekten

Algemeen

Dieren kunnen ziek worden door het drinken van besmet water. Water kan op meerdere manieren besmet raken. Op de eerste plaats doordat water urine of mest van zieke dieren bevat. De ziekteverwekker kan in het water overleven en zo een dier besmetten dat dit besmette water als drinkwater gebruikt. Een andere manier is dat de ziekteverwekker van nature in het water voorkomt en daar in blijft leven. Een derde mogelijkheid is dat de ziekteverwekker wordt uitgescheiden en door een combinatie van gunstige factoren (temperatuur, vochtigheid, zoutgehalte) kan overleven terwijl onder andere omstandigheden de verwekker zou afsterven. Per ziekte en ziekteverwekker is de situatie anders en moeten ook andere maatregelen worden genomen om te voorkomen dat dieren ziek worden.

Botulisme

In de zomer, bij heel warm weer, is er veel kans op botulisme in oppervlaktewater. Botulisme wordt veroorzaakt door botulinum, een zeer sterk gif dat wordt uitgescheiden door de bacterie *Clostridium botulinum*. Dit kan massale sterfte opleveren onder watervogels. Runderen en schapen kunnen dan ook via het oppervlaktewater in contact komen met dit gif en vervolgens verlamingsverschijnselen gaan vertonen. Bijvoorbeeld als het water als drinkwater wordt gebruikt. Door beregenen (kadaverdeeltjes die over het land worden gespoten) kan de bacterie

en/of het gif in het gras komen en door de koeien en schapen worden opgenomen. Wees daarom bij hoge temperatuur voorzichtig bij het gebruik van oppervlaktewater voor runderen en schapen. Kadavers dienen te allen tijde (zeker voor het maaien) uit het land te worden verwijderd.

BVD (Bovine Virus Diarree)

Een dier dat besmet is met het BVD-virus, kan dit via de mest eenvoudig in de omgeving verspreiden. Op een ander bedrijf kan het geïntroduceerd worden door verschillende oorzaken (aankoop of contact met virusdragers, contact met acuut geïnfecteerde dieren, enzovoort). Om te voorkomen dat het virus op het bedrijf wordt verspreid, is een goede hygiëne noodzakelijk. Laat dieren dan niet uit gemeenschappelijke bakken drinken of zorg ervoor dat er geen mest in de drinkbak kan komen. De infectie kan ook worden verspreid met materialen en werktuigen en door professionele bezoekers met smetstof op de kleding, zoals dierenarts, inseminator, etc. Het virus kan zelfs tussen bedrijven worden overgebracht via de wind. De ligging ten opzichte van andere bedrijven speelt daarbij een rol. Waterdruppels dienen daarbij als drager voor het virus.

IBR (Bovine Herpesvirus type 1)

Het IBR-virus is een virus dat gemakkelijk kan worden verspreid tussen dieren en bedrijven. Eenmaal besmette runderen kunnen na weerstandsvermindering weer virus gaan uitscheiden en zo andere runderen op het bedrijf besmetten. IBR kan op een bedrijf binnenkomen door aanvoer van niet IBR-vrij rundvee. Deze dieren zijn levenslang virusdrager. Ook door contacten met niet-vrij rundvee (in- of uitscharen met niet-vrij rundvee, over-de-draad-contacten, contact met losgebroken niet-vrij vee of bezoek aan een rundveemanifestatie, drinken uit dezelfde sloot) kan het IBR-virus op een bedrijf binnenkomen. Net als het BVD-virus, kan het IBR-virus zich ook via de lucht verspreiden.

Leptospirose

Leptospirose is een ziekte veroorzaakt door de bacteriesoort *Leptospira*. De volgende namen worden ook wel gebruikt: Ziekte van Weil, Melkerskoorts, Modderkoorts. Zoals deze laatste naam aangeeft, kunnen besmette bedrijven het oppervlaktewater in de buurt besmetten. Bij het

gebruik van oppervlaktewater als drinkwater bestaat het risico dat de dieren de bacterie op die manier binnenkrijgen. Dieren scheiden de bacterie ook uit via de urine. Vandaar dat mensen die melken en daardoor in contact komen met druppeltjes urine, ziek kunnen worden (Melkerskoorts). Ook ratten kunnen *leptospiren* verspreiden via de urine. Daarom zijn waterkanten een risicobron voor mens en dier (Ziekte van Weil). Binnen een bedrijf kunnen waterbakken waarin urine terecht komt, als besmettingsbron fungeren. Door drinkbakken zo te plaatsen dat vervuiling wordt voorkomen, is deze besmettingsroute te blokkeren.

Leverbot

De leverbot is een parasiet die voorkomt bij graseters zoals rund, schaap, geit, haas en ree. De volwassen leverbot is een platworm van 2 à 4 cm die leeft in de galgangen van de lever van de gastheer. De eieren van de leverbot worden met de mest uitgescheiden. De parasiet doorloopt verschillende ontwikkelingsstadia, de zogenaamde leverbotcyclus. In de leverbotcyclus speelt de leverbotslak een belangrijke rol. Risicofactoren voor leverbot hebben met name betrekking op gunstige factoren voor de leverbotslak, zoals warm en vochtig weer. Vochtig en warm weer in de zomer zijn voor de leverbotslak gunstige weersomstandigheden. Zij zijn dan langer actief en zullen dan in september en ook nog in oktober een infectie op het gras afzetten. Het rundvee loopt van september tot april de grootste kans om besmet te raken met leverbot. Als de dieren in die periode op een vochtige perceel hebben gelopen, dan is het verstandig om de dieren voor het nieuwe weideseizoen te controleren op leverboteieren in de mest. Ook als de dieren na opstallen zijn behandeld tegen leverbot, wordt mestonderzoek geadviseerd voor ze weer de wei ingaan. Water speelt dus niet direct een rol, maar wel indirect. Gebieden met veel water hebben een grotere kans op leverbot dan waterarme gebieden. Zeker nu op meerdere plaatsen in beheersgebieden het waterpeil kunstmatig omhoog worden gebracht.

Miltvuur

Miltvuur wordt veroorzaakt door de sporenvormende bacterie *Bacillus anthracis*. Bij runderen, schapen en geiten komt de infectie het meest voor. Infecties bij runderen worden veroorzaakt door het eten van voer dat met bacteriesporen is besmet. Als gevolg van diepploegen kunnen de sporen, uit begraven kadavers, weer aan de oppervlakte komen. De infectie kan uitbreken als na een langdurig droge periode er veel regen valt en de temperatuur boven de 15 °C ligt. De

bacteriesporen worden door de regenval verzameld op drassige plaatsen, waarna ze tijdens het grazen door de dieren worden opgenomen. Water speelt hierbij dus maar een onderschikte rol. In Nederland komt miltvuur eigenlijk niet meer voor.

Salmonella

Salmonella is een bacteriesoort die bij mens en dier voorkomt. Er zijn heel veel soorten *Salmonella*'s. Net als de bacterie *Escherichia coli* kunnen *Salmonella*-bacteriën in het water voorkomen. Via de mest van besmette dieren worden deze bacteriën uitgescheiden en komen dan in het milieu terecht. *Salmonella*'s kunnen zorgen voor diarree. Zowel *E. coli* als *Salmonella*-bacteriën zitten vooral in de darmen en worden met de mest uitgescheiden. Onderzoek heeft aangetoond dat wanneer dieren de *Salmonella*-bacterie in hun darmen hebben, er in de mest ongeveer 100 keer meer *E. coli* aanwezig is dan *Salmonella*. Bij een *E. coli*-getal van meer dan 100 kve/ml is daarom de kans groot dat bij een dier dat besmet is met salmonella, er ook naast *E. coli* *Salmonella*-bacteriën in het water zitten.

Neospora

Neospora caninum is een ééncellige parasiet die in 1984 voor het eerst bij honden werd onderkend. Dit verklaart de toevoeging 'caninum' (Latijn voor hond). Rund en hond zijn betrokken bij de levenscyclus van de parasiet. *Neospora caninum* is een van de belangrijkste besmettelijke oorzaken van verwerpen bij koeien. Een infectie met *Neospora* leidt niet tot ziekteverschijnselen bij de koeien. Wel kan de parasiet door weefselbeschadiging de dood van de ongeboren vrucht veroorzaken. In een vroeg stadium van de dracht kan dit onopgemerkt blijven. Vooral bij pinken leidt *Neospora* tot vruchtbaarheidsproblemen. Als de vrucht op een leeftijd van drie tot vier maanden sterft, kan deze verdrogen of mummificeren en vaak pas maanden later worden afgezet. Als de vrucht na de vierde maand van de dracht sterft, treedt vrijwel altijd binnen 48 uur een abortus (verwerpen) op. Een enkele keer worden kalveren geboren met hersenafwijkingen ten gevolge van *Neospora*. Niet elk geïnfecteerd dier verwerpt, maar kan de infectie wel overdragen. *Neospora* kan voorkomen in voer en drinkwater. Dit kan gebeuren wanneer hondenontlasting in het drinkwater kan komen. Oppervlaktewater en water in ondiepe poelen is hiervoor gevoelig. Zorg dus voor voldoende drinkbakken op een zodanige hoogte dat honden hier niet bij kunnen.

Paratbc (Paratuberculose)

Paratbc wordt door de bacterie *Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis* veroorzaakt. Deze bacterie behoort tot de groep van tuberculose-bacteriën. Deze bacteriën hebben een zeer lange incubatietijd (de tijd tussen besmetting en de eerste ziekteverschijnselen). Voor paratbc varieert de incubatietijd van anderhalf tot meer dan tien jaar. De paratbc-bacterie heeft een stevige waslaag, waardoor deze heel lang (meer dan een jaar) buiten het dier kan overleven in bijvoorbeeld kuilgras, mest, water en grond. Onder invloed van UV-straling, zoals bijvoorbeeld zonlicht, gaat de bacterie snel dood. Om paratbc te voorkomen, moet men maatregelen nemen tegen insleep en verspreiding van de bacterie. Naast een aantal andere maatregelen, is het nodig dat men verontreiniging van het drinkwater van jongvee met mest van ouder vee voorkomt. Dit kan door een gescheiden drinkwatercircuit voor jongvee en ouder vee en geen oppervlaktewater te gebruiken.

Aviaire Influenza-virus

Het virus dat vogelgriep veroorzaakt (aviare influenza) kan in water overleven en zodoende voor infecties bij andere bedrijven en dieren zorgen. Dit is ook beschreven bij veel andere virussen. De zuurgraad, temperatuur en het zoutgehalte bepalen voor het grootste deel de overleving van het virus. Bij een zuurgraad tussen de 7,4 en 8,2 overleeft het virus het beste. Een lage temperatuur (beneden de 10 °C) zorgt er ook voor dat het virus beter kan overleven. Voor het zoutgehalte geldt dat bij een normaal tot licht verhoogd zoutgehalte ook de infectieuze capaciteit van het virus blijft behouden.

Andere ziekteverwekkers

Naast de genoemde ziekteverwekkers zijn er nog een aantal andere ziekteverwekkers waarbij water een (belangrijke) rol speelt. Echter in Nederland komen deze ziekteverwekkers minder of niet voor. Hierbij moet worden gedacht aan virussen (Norovirussen bij varkens, poliovirus bij mensen), bacteriën (*Vibrio cholerae* met name in brak water) en parasieten (zoals *Giardia*).



6. Bepaal zelf de waterkwaliteit

Zelftest stalwater

De zelftest bestaat simpel gezegd uit ruiken en kijken en gaat als volgt: schep een doorzichtig potje van ongeveer 100 mL of iets meer vol met water, schudt even goed en laat het dan minimaal 10 minuten afgesloten staan. Kijk na het wachten naar de kleur en let op de helderheid in het water en wat er op de bodem ligt (bezinksel). Maak daarna het potje open en ruik aan het water. De beoordeling gaat dan als volgt (zie tabel 7):

Tabel 7 Zelftest drinkwater voor dieren

onderdeel	goed	matig	slecht
kleur:	geen kleur	licht gekleurd	sterk gekleurd
helderheid:	geheel helder	licht troebel	ondoorzichtig
bezinksel:	geen bezinksel	enkele deeltjes	bodem geheel bedekt
geur:	geen geur	lichte geur	stank

Als de vier onderdelen allemaal goed zijn, dan is de kans op goed water groter dan 85%. Als alle onderdelen slecht zijn, kan het water beter niet worden gebruikt. De kans op verontreiniging is dan veel te groot.

Enkele voorbeelden zijn te zien in figuur 27. De bovenste rij is een voorbeeld van helderheid: goed, matig, slecht. De middelste rij potjes is een voorbeeld van kleur: goed, matig en slecht. De onderste rij is een voorbeeld van potjes met een goede, matige en slechte neerslag (bezinksel).



helderheid: goed matig slecht



kleur: goed matig slecht



bezinksel: goed matig slecht

Figuur 27 Voorbeelden van waterpotjes met verschillende helderheid, kleur en bezinksel

Zelftest sloot-/oppervlaktewater

Voor sloten en oppervlaktewater is ook een zelftest ontwikkeld. Hiermee krijgt men een indruk van de sloot of het oppervlaktewater. Het beste is natuurlijk als men de sloot langere tijd in de gaten houdt: dan ziet men snel of er iets mis is. Daarom geldt: **ken uw sloot.**



Toelichting en achtergronden

Geur

Als een sloot stinkt naar rotte eieren kan dit duiden op waterstofsulfide (H₂S). Waterstofsulfide is giftig voor vee. Een door waterstofsulfide vervuilde sloot kan niet gebruikt worden als veedrinkwater.

Diepte

In ondiepe sloten kan de temperatuur 's zomers te hoog worden. Hierdoor kan de kwaliteit van het water achteruit gaan. De waterdiepte en de hoeveelheid slib dienen in een goede verhouding tot elkaar te staan om een gezond watersysteem te krijgen.

Slib

In een normale sliblaag (5 tot 10 cm) reinigen de bacteriën het water. Een sloot met veel slib wordt zeer voedselrijk, doordat er mineralen vrijkomen in het water. Het gevolg hiervan is een massale groei van algen en kroos. Hierdoor verstikt het leven in de sloot. Door de sliblaag regelmatig te verwijderen blijft de sloot op diepte en wordt het water minder voedselrijk.

Doorstroming

Doorstroming van sloten is belangrijk want dit leidt tot verversing van het water. Hierdoor kunnen schadelijke stoffen zich niet opeenhopen. Te snelle doorstroming is echter ook niet goed: het leidt tot opwerping van de slootbodem en een ongecontroleerde aanvoer van slib. Dit maakt het water ongeschikt als drinkwater voor vee.

Puntbronnen

Puntbronnen zijn direct aanwijsbare lozingspunten. Een riooloverstort is zo'n lozingspunt. Het komt regelmatig voor dat rioleringsstelsels overbelast zijn. Dit gebeurt vooral bij hevige regenval. Het riool moet dan het regenwater en het rioolwater tegelijk afvoeren. Dit kan het riool niet verwerken en daarom wordt een deel van het rioolwater via een riooloverstort geloosd op het oppervlaktewater. Na een lozing is het slootwater enige tijd ongeschikt voor veedrenking, afhankelijk van de situatie. Door huishoudelijke lozingen kan het slootwater rechtstreeks vervuild worden.

Diffuse bronnen

Diffuse bronnen, zoals drift, afspoelende meststoffen of afspoelend wegwater, kunnen het water verontreinigen.

Kwel

Kwel, oftewel ondergrondse waterstromen die aan de oppervlakte komen, kan voor toevoeging van schadelijke extra zouten en zwavelverbindingen zorgen.

Onderbemaling

Naarmate meer onderbemaling plaatsvindt kan de belasting van het slootwater met mineralen (of voedingsstoffen) en zwavel toenemen.

Kroosbedekking

Volledige bedekking met eendenkroos kan leiden tot een slechte waterkwaliteit. Opwaaing van kroos bij kopsloten kan leiden tot een slechte kwaliteit van het water.

Gebiedsvreemd water

Bij het inlaten van gebiedsvreemd water is het van belang om zeker te zijn van een goede samenstelling van dat water. Ingelaten water kan vervuild zijn.

Kleur

Het water van een vervuilde sloot is vaak wit, grijs, bruin of rood. Dit wordt veroorzaakt door bacteriegroei of door vervuiling door bijvoorbeeld olie. Daarnaast kan het water groen zijn door overmatige algengroei. Roodbruin water is een teken van aanwezigheid van ijzer. IJzer is niet snel giftig, maar bij een gehalte boven 10 mg/l ijzer wordt het water slecht gedronken in verband met de ijzersmaak die dan gaat overheersen.

Helderheid

Helderheid zegt iets over de mate van belasting met afvalwater en ook van ongewenste processen in de waterbodem.

Bezinsel

Aanwezigheid van bezinsel zegt iets over de kwaliteit. Bezinsel kan schadelijke stoffen uit de waterbodem bevatten. De kans op bezinsel is groot bij gasvorming of een onvoldoende hoeveelheid water in de sloot.

Oeverbegroeiing

Oeverbegroeiing met bijvoorbeeld Zwanenbloem en Egelskop is een teken van een gezond watersysteem.

Waterplanten

Waterplanten, zoals Krabbenscheer en Waterpest, zijn belangrijk omdat ze zorgen voor zuurstof in het slootwater. Bovendien zitten op waterplanten allerlei bacteriën die voedingsstoffen omzetten en zo het water schoon houden.

Water: van wezenlijk belang

Schoon oppervlaktewater is van wezenlijk belang voor weidevee. Helaas is het al lang niet meer vanzelfsprekend dat het water in de sloot schoon is. Vervuild oppervlaktewater komt steeds vaker voor. Het kan nare problemen tot gevolg hebben voor vee, zoals problemen met drachtigheid of groeistormissen.

Vervuiling van oppervlaktewater kan verschillende oorzaken hebben. Het kan het gevolg zijn van lozings van afvalwater, zoals riooloverstorten. Maar ook achterstallig slootonderhoud, drift of de nabijheid van wegen en industrie kunnen leiden tot vervuild oppervlaktewater.

Doe-het-zelf test oppervlaktewater

Om de kwaliteit van het oppervlaktewater op uw bedrijf te testen heeft de NLTO, in samenwerking met de Waterschappen, het agrarisch onderwijs, de Gezondheidsdienst voor Dieren en de zuivel- en mengvoerindustrie een 'doe-het-zelf test voor oppervlaktewater' ontwikkeld. Hiermee kunt u de kwaliteit van uw oppervlaktewater testen. Bedenk daarbij wel dat deze doe-het-zelf-test een momentopname is. Het verdient daarom aanbeveling de test meerdere malen per jaar uit te voeren. Let wel: de uitslag van de test biedt u een indicatie van de waterkwaliteit. Een waarborg is het echter niet. Daarvoor dient u een watermonster te laten nemen en te laten analyseren.

Toelichting op de test

Voor het uitvoeren van deze test heeft u een potje nodig, waarmee u een monster kunt nemen en een meetstok waar u de waterdiepte mee bepaalt.

Neem de test af, daar waar het vee het water drinkt.

De doe-het-zelf-test bestaat uit twintig vragen. Op de achterzijde van deze test vindt u een toelichting op deze vragen.

Aan de antwoorden op de vragen zijn punten verbonden. De punten kunt u invullen in het groen of rood omliggende hokje bij de vraag. Onder het kopje Score leest u wat dit punten-totaal zegt over de kwaliteit van uw oppervlaktewater.

Veel succes.

1. De sloot ruikt in de weideperiode wel eens naar rotte eieren en/of er komen gasbellen vrij.

- Nee Ga verder met vraag 2
Ja Het water is waarschijnlijk van slechte kwaliteit en ongeschikt voor uw weidevee. Ga verder met vraag 3 en achterhaal mogelijke oorzaken.

2. Het water in de sloot heeft in de weideperiode wel eens een rode, groene of blauwe gloed.

- Nee Ga verder met vraag 3
Ja Het water is waarschijnlijk van slechte kwaliteit en ongeschikt voor uw weidevee. Ga verder met vraag 3 en achterhaal mogelijke oorzaken.

Neem voor de vragen 3, 4, 5 en 6 een schone glazen pot en vergelijk het water met het water op de voorbeeldfoto

3. Wat is de kleur van het water in de pot?

- Het water heeft totaal geen kleur 0 punten
Het water vertoont een lichte verkleuring 1 punten
Het water heeft een duidelijke kleur (geel, bruin, enz.) 2 punten



Foto: Altarra, Wageningen

	kleur	helderheid	bezinsel
fles 1	geen kleur	helder	geen
fles 2	lichte verkleuring	helder	geen
fles 3	duidelijke kleur	ondoorzichtig	geen
fles 4	duidelijke kleur	helder	bodem geheel bedekt

4. Wat is de helderheid van het watermonster? (na schudden en 5 minuten wachten)

- Het water is helder 0 punten
Het water is licht troebel 1 punt
Het water is ondoorzichtig 2 punten

5. Bevat het watermonster bezinsel?

- Het water bevat geen (modder)deeltjes 0 punten
Het water bevat enkele deeltjes 1 punt
De bodem van de fles is geheel bedekt met (modder)deeltjes 2 punten

6. Wat is de geur van het watermonster?

- Het water is geurloos 0 punten
Het water heeft een geur, maar ruikt niet naar rotte eieren 1 punt
Het water ruikt naar rotte eieren 10 punten

7. Is er kroesbedekking in de sloot?

- 0% tot 25 % 0 punten
25% tot 75 % 1 punt
75% tot 100% 2 punten

8. Bereikt gebiedsvreemd water uw kavelsloten?

Nee 0 punten
Ja 2 punten

9. Wat is de waterdiepte in het midden van de sloot?

0 – 20 cm 2 punten
20 – 50 cm 1 punt
meer dan 50 cm 0 punten

10. Hoeveel slib is in het midden van de sloot aanwezig?

Er is geen slib aanwezig 2 punten
5 – 10 cm 0 punten
meer dan 20 cm 2 punten

11. Hoe is de stroming van het water in de sloot?

Sloot staat regelmatig droog 2 punten
Stilstaand water 2 punten
Langzaam stromend water 0 punten
Snel stromend water 1 punt

12. Is er een riooloverstort in de buurt (binnen 1000 meter)?

Nee 0 punten
Ja 3 punten

13. Kan er water dat afkomstig is van huishoudelijke lozingen in het stelsel van kavelsloten terecht komen?

Ja, direct 2 punten
Ja, indirect (bv. via een sloot) 1 punt
Nee (bv. omdat het via riolering wordt afgevoerd of een zuivering passeert) 0 punten

14. Kan er water van uw erf (bv. spoelwater of afspoelend hemelwater) in het stelsel van kavelsloten komen?

Nee (bv. omdat het via riolering wordt afgevoerd of een zuivering passeert) 0 punten
Ja, indirect 1 punt
Ja, direct 2 punten

15. Wat bevindt zich aan de overkant van de sloot?

Bloembollenteelt 2 punten
Glastuinbouw 2 punten
Overige agrarische teelten 2 punten
Woonwijk/ industrie 2 punten
Grasland 1 punt

16. Staat het gebied onder invloed van zoute kwel?

Nee 0 punten
Weet niet 2 punten

17. Vindt ter plaatse onderbemaling plaats?

Nee 0 punten
Ja 1 punt

Subtotaal 1 (vraag 1 t/m 17): punten
(invullen bij "score")

Er zijn ook factoren die van positieve invloed op de waterkwaliteit zijn. Indien daar in uw geval sprake van is kunt u deze aftrekken van het totaal dat u bij vraag 1 tot en met 17 heeft gescoord.



Krabberscheer
Foto: Robert Katalaar,
Vindstichting Wageningen

Vraag 18 alleen beantwoorden als u bij vraag 8 'Ja' heeft ingevuld!

18. Is het ingelaten gebiedsvreemde water in de kavelsloot van goede kwaliteit?

Nee 0 punten
Ja, metingen Waterschap geven dit aan 2 punten
Ja, op basis van de eigen waarneming 1 punt

19. Is de oever begroeid?

Nee 0 punten
Ja 1 punt

20. Komen er in de sloot waterplanten voor?

Nee 0 punten
Ja 1 punt



Zwanenbiem
Foto: Leo Stockmann,
Landschapsbeheer Groningen

Subtotaal 2 (vraag 18 t/m 20): punten

Berekening Score

Trek Subtotaal 2 (vraag 18 t/m 20) af van Subtotaal 1 (vraag 1 t/m 17)

Score vraag 1 tot en met 17:

Score vraag 18 tot en met 20:

Totaalscore:

0 tot en met 8

Bij dit puntenaantal lijkt de waterkwaliteit gunstig te zijn. Een harde garantie is dat echter niet. De kwaliteit van het water kan bovendien met de tijd veranderen.

9 punten en meer

Bij dit puntenaantal is het onduidelijk of het water geschikt is om te gebruiken als drinkwater voor vee. We raden u aan een watermonster te laten nemen door een laboratorium en dit te laten analyseren (bijvoorbeeld het waterschap of de Gezondheidsdienst voor Dieren).

Indien u bij vraag 1 of 2 "Ja" heeft ingevuld dan is het erg waarschijnlijk dat uw slootwater ongeschikt is als drinkwater voor vee. Wij raden in dat geval aan om een alternatieve watervoorziening te kiezen en te voorkomen dat vee nog langer van dit water drinkt (bijvoorbeeld door afrasteren).

Heeft u 2 punten of meer bij een van de vragen ingevuld dan kan dit een belangrijke factor voor de verontreiniging van het water zijn.

Verantwoording:

Alle foto's en tekeningen zijn afkomstig uit eigen archief tenzij hieronder vermeld.

- Tabel 1: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl005604-balans-voor-zoet-oppervlaktewater-> (15 april 2021)
- Tabel 2: CBS Statline (1 juni 2021)
- Tabel 3: Paul W.J.J. van der Wielen, KWR Watercycle Research Institute. <https://www.tvvl.nl/l/library/download/12373/leidingmaterialen+bevorderen+microbie+groei+tm11+2017.pdf> (15 april 2021)
- Figuur 4: data afkomstig van CBS Statline (1 juni 2021)
- Figuur 12: <https://hoards.com/blog-9048-good-water-quality-supports-good-quality-milk-production.html> (15 april 2021)
- Figuur 26: Brian D. Fairchild and Casey W. Ritz. Poultry Drinking Water Primer. Extension.uga.edu/publications, Bulletin 1301 Revised April 2015, The University of Georgia, Colleges of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer Sciences.
- Tabel 6: Drinkwaterbesluit geldend op 1 juni 2021
- Folder Zelftest sloot-/oppervlaktewater: Doe-het-zelf test oppervlaktewater. Om de kwaliteit van het oppervlaktewater te testen heeft de NLTO, in samenwerking met de Waterschappen, het agrarisch onderwijs, de Gezondheidsdienst voor Dieren en de zuivel- en mengvoerindustrie een 'doe-het-zelf test voor oppervlaktewater' ontwikkeld.

Aanvullende literatuur:

- Bouwkamp FT, Counotte GH. Effects of the addition of increased nitrates to the drinking water of fattening pigs and weaned piglets. Tijdschrift Voor Diergeneeskunde, 01 Jul 1988, 113(13):737-747
- Focus op drinkwater: Meer water is meer melk. Tekst: Rob van Ginneken, Beeld: Twan Wiermans. WWW.MELKVEEBEDRIJF.NL /NR 9/OKTOBER 2015/FOCUS OP DRINKWATER
- G. Counotte. Drinkwater voor pluimvee: verbetering blijft nodig. GD Pluimvee | Maart 2013
- Schothorst Feed Research. WATEROPNAME EN DRINKGEDRAG VAN MELKKOEIEN. SFR-2006-22
- L. Moll, G. Counotte. Zonder goed water geen goed leven. Geitenhouderij, juni 2015, 12-13.
- C. Bos, G. Counotte. Kwaliteit veedrinkwater blijft punt van zorg. V-focus, augustus 2006, 40-41.
- Van Eenige, M. J. E. M., Counotte, G. H. M., & Noordhuizen, J. (2013). Drinking water for dairy cattle: always a benefit or a microbiological risk? Tijdschrift voor diergeneeskunde, 138(2), 86-99
- Schoon drinkwater: zekerheid of risico? <https://www.pluimveeweb.nl/artikel/186923-schoon-drinkwater-zekerheid-of-risico> (10 november 2022)
- H.P. van Dokkum, N. de Boer, G. Counotte, J. Harmsen, I.R.M. Hovenkamp-Obbema, G.A.L. Meijer, P. Prins. Protocol voor de beoordeling van de bruikbaarheid van oppervlaktewater als drinkwater. TNO-rapport, TNO-MEP – R 2000/310
- G. Counotte. Understanding the quality of drinking water. World Poultry Elsevier, 2000, vol 16, no 5, 34 – 40
- H.P. van Dokkum, G.H.M. Counotte, G.A.L. Meijer, I.R.M. Hovenkamp-Obbema. Achtergrond document Referentiewaarden Waterkwaliteit – Diergezondheid, Rapport bestemd voor Ministerie van LNV, Directie Noordwest, afdeling Landbouw & Visserij, ir. G. Laporte, Dalsteindreef 5, Diemen
- I.R.M. Hovenkamp-Obbema, G.H.M. Counotte, C. Roos, H.P. van Dokkum. Quick-scan om geschiktheid van slotwater als drinkwater voor weidevee te bepalen. H2O no 21 – 1998, 15 – 18
- G. Zevenbergen, E. van Eenige. Koeien kiezen voor grote open drinkbakken. Veehouderij Techniek 2008, maart, 28 - 29

